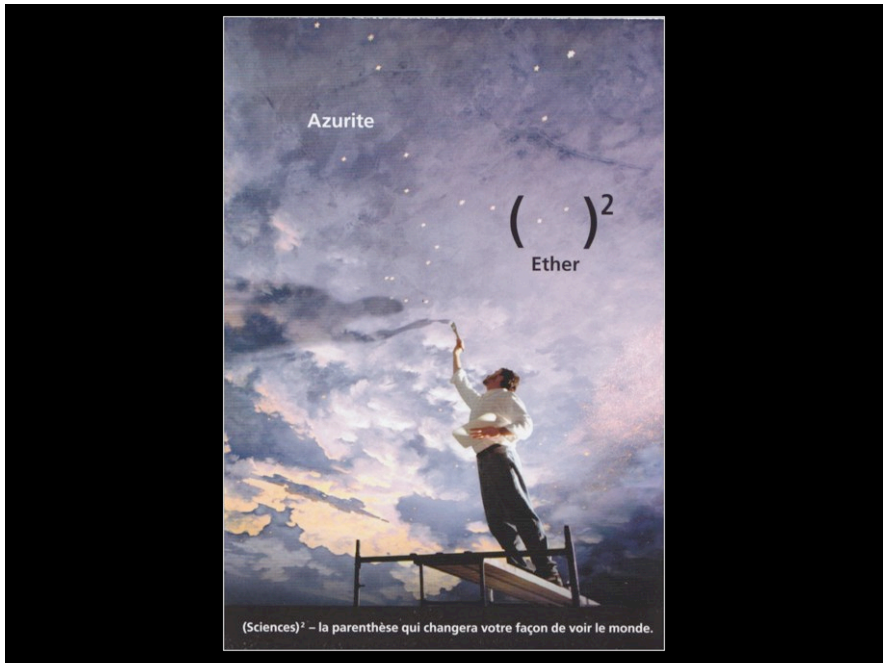


Histoire de la cosmologie

Prof. Georges Meylan

Laboratoire d'astrophysique
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Site web du laboratoire et du cours :
http://lastro.epfl.ch

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

UNIL | Université de Lausanne

Histoire de la cosmologie

Un cours offert aux étudiants
de la Faculté des lettres,
de la Faculté de biologie et de médecine,
de la Faculté de géosciences et environnement,
de la Faculté des sciences sociales et politiques et
de la Faculté de théologie et de sciences des religions
de l'Université de Lausanne

dans le cadre de « Sciences au carré »

Histoire de la cosmologie

vendredi 3 avril 2015 : pas de cours Vendredi saint

vendredi 10 avril 2015 : pas de cours vacances

vendredi 17 avril 2015 : pas de cours GM Chili

prochain cours : 24 avril 2015

Histoire de la cosmologie

05 – Des mythes à la réalité – B

05.B.1 Astronomie grecque
05.B.2 La mesure du rayon de la Terre
05.B.3 La précession des équinoxes
05.B.4 Le mécanisme d'Anticythère
05.B.5 Le palimpseste d'Archimède
05.B.6 Astronomie chinoise
05.B.7 La double cosmogonie biblique
05.B.8 Astronomie dans les Amériques

Voir le fichier **05-Desmythesalarealite-B.pdf** sur le site web du laboratoire et du cours : http://lastro.epfl.ch

05.B.1

Astronomie grecque

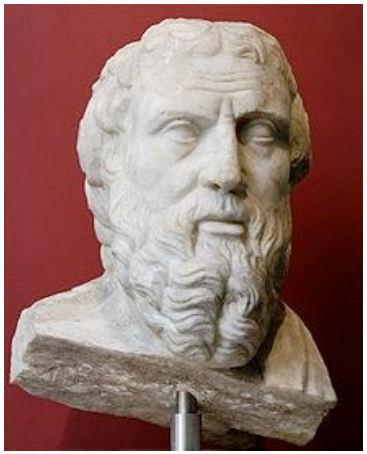
Histoire de la cosmologie

05 – Des mythes à la réalité – B

Bibliographie succincte

- ARCHIMEDE. *The Works of Archimedes.* New York : Dover Publications, 1953
- DUTARTE, Philippe. *Les instruments de l'astronomie ancienne : De l'Antiquité à la Renaissance.* Paris : Editions Vuibert, 2006.
- EUCLIDE. *Elements* : Books I-VI, XI and XII. London, New York : Everyman's Library, 1955 [éd. Todhunter, Isaac].
- KELLEY, David H., MILONE, Eugene F. *Exploring Ancient Skies : A Survey of Ancient and Cultural Astronomy*. New York, Berlin : Springer-Verlag, 2011.
- MAILLARD, Louis. *Quand la lumière fut… Tome premier : Les cosmogonies anciennes, Tome second : les cosmogonies modernes* Paris : PUF, Lausanne : Edition La Concorde, 1920.

- L'origine de l'astronomie se perd dans la nuit des temps…
- Des connaissances astronomiques importantes existent déjà **il y a plus de 2500-3000 ans** chez des peuples habitant l'Egypte, la Chine, la Mésopotamie et l'Inde. Mélange de religions, de philosophie, de mythes, de magie et de connaissances scientifiques.
- Un des résultats les plus remarquables des Chaldéens est la découverte de la récurrence des éclipses après une période de 6'585 jours (18 ans et 10 ou 11 jours selon que 5 ou 4 années bissextiles sont incluses), période dite « cycle du saros ». Il est probable que ce résultat ne provient pas de calculs des mouvements du Soleil et de la Lune mais simplement de l'étude des dates des occurrences des éclipses enregistrées dans des « archives ».
- **L'étude du cosmos, au sens moderne, remonte à la Grèce Antique** : les progrès de la géométrie permettent la détermination des distances à la surface de la Terre et des positions des objets dans le ciel. Ces connaissances mènent aux **premières estimations réalistes** des tailles et des distances des objets célestes. Les mouvements du Soleil, de la Lune et des planètes sont décrits de façon mathématique, permettant la prédiction des positions des planètes.
- **La science vient de Chaldée et d'Egypte pour grandir et fleurir en Grèce.**



Copie d'un portrait posthume d'Hérodote datant du IVe siècle av. J.-C.
Palais Massimo alle Terme, Rome

Hérodote
né vers 482 av. J.-C. à Halicarnasse (Turquie)
mort vers 425 av. J.-C. à Thourioi (Italie)

Cicéron l'a surnommé
le « père de l'Histoire » (*les Lois*, I, 1)

Hérodote est considéré à la fois
comme le premier historien,
le premier journaliste et
le premier explorateur.
Il est également le premier prosateur
dont l'œuvre nous soit parvenue.

Hérodote parle de l'héritage des Egyptiens

- C'est Hérodote qui nous apprend que l'année civile égyptienne comprenait 365 jours regroupés en 12 mois de 30 jours, plus 5 ou 6 jours épagomènes.

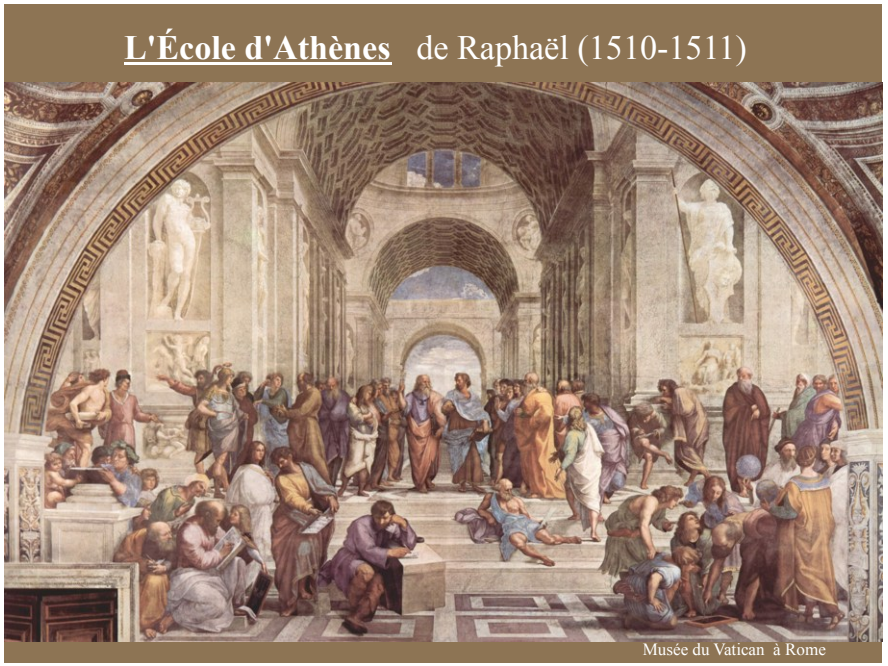
« *Dans le domaine des choses humaines, ils me dirent unanimement que les Egyptiens avaient, les premiers de tous les hommes, inventé l'année, et divisé en douze parties, pour la former, le cycle des saisons ; ils avaient fait cette invention, disaient les prêtres, en observant les astres. Leur calendrier, à mon avis, est mieux combiné que celui des Grecs, puisque ceux-ci introduisent dans l'année tous les deux ans un mois intercalaire, en considération des saisons, tandis que les Egyptiens, qui font leurs douze mois de trente jours, ajoutent à chaque année cinq jours surnuméraires, moyennant quoi l'accomplissement du cycle des saisons se présente toujours pour eux à la même date* ».

Hérodote, Histoires II-4

- Un **jour épagomène** (du grec : *ἐπαγομενα ἡμερα*, jour supplémentaire) est un jour ajouté à la fin de l'année d'un calendrier composé de mois de longueur égale, afin de corriger le décalage entre les indications du calendrier et le cycle astronomique qu'il représente, c'est-à-dire l'année tropique de 365,2422 jours.

La Grèce

La Grèce antique



Légende

1 : Zénon de Citium ou Zénon d'Élée ? 2 : Épicure 3 : Frédéric II de Mantoue ?
4 : Boèce ou Anaximandre ou Empédocle ? 5 : Averroès 6 : Pythagore
7 : Alcibiade ou Alexandre le Grand ? 8 : Antisthène ou Xénophon ?
9 : Hypatie ou Francesco Maria Ier della Rovere ? 10 : Eschine ou Xénophon ?
11 : Parménide ? 12 : Socrate 13 : Héraclite (sous les traits de Michel-Ange)
14 : Platon tenant le Timée (sous les traits de Léonard de Vinci)
15 : Aristote tenant l'Éthique 16 : Diogène de Sinope 17 : Plotin ?
18 : Euclide ou Archimède entouré d'étudiants (sous les traits de Bramante) ?
19 : Strabon ou Zoroastre ? 20 : Ptolémée R : Raphaël en Apelle

Ecole ionienne

- **Thalès** (c. 624 - c. 546 B.C., né à Milet) : la Terre est une île flottante, cosmogonie empruntée à l'Egypte, pas très différente de la cosmographie homérique. Approche néanmoins naturaliste par ses méthodes d'observations : prédit l'éclipse de Soleil du 28 mai 585 B.C.
- **Anaximandre** (c. 610 - c. 546 B.C., né à Milet) : premières cartes célestes et géographiques.
- **Anaximène** (c. 585 - c. 525 B.C., né à Milet) : l'air est la substance première. L'œil nu observe environ 3000 étoiles mais l'œil philosophique en discerne une infinité.
- **Héraclite** (c. 540 - c. 475 B.C., né à Ephèse) : premier cerveau spéculatif, qui écrit un grand ouvrage profond dont il nous reste de nombreux fragments.
- **Anaxagore** (c. 500 - c. 428 B.C., né à Clazomène) : ami de Périclès. Imagine des causes naturelles pour expliquer les phénomènes. Les astres sont privés d'attributs divins, au grand scandale des croyants.

gnomon : de Chine en Chaldée puis Egypte, en Grèce au VI^{e} siècle B.C.

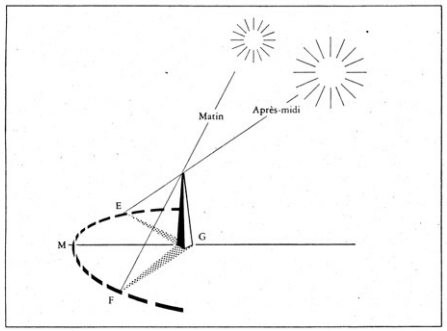
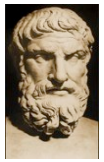


Figure 3-4 — *DÉTERMINATION DU MÉRIDIEN, AU MOYEN D'UN GNOMON G.* La ligne en tirets est une courbe (hyperbole) ayant la base du gnomon comme centre. Deux ombres de longueur égale GF et GE sont enregistrées, GF l'avant-midi et GE, l'après-midi. Le méridien GM divise l'angle en deux parties égales entre les ombres. Il est aussi possible d'utiliser les étoiles pour construire le méridien.
(D'après Olaf Pederson et Mogens Pihl)

Détermination des hauteurs. Intérêt astronomique: les rayons solaires en un lieu donné sont parallèles, donc le soleil est très éloigné et très grand.

Les atomistes

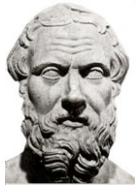
- **Leucippe** (c. 480 - c. 420 B.C., né à Milet) et
  Démocrite (c. 460 - c. 370 B.C., né à Abdère) : premier enseignement de la théorie atomique: l'espace est essentiellement vide, la matière ne le remplit pas tout entier. Les distances à la Terre des corps célestes sont fonctions de leurs vitesses: d'abord la Lune, puis le Soleil, ensuite Mercure et Vénus, toujours proches du Soleil, et enfin, Mars, Jupiter et Saturne.



- **Epicure** (c. 341 - c. 270 B.C., né à Samos) : reprend et poursuit la doctrine de Démocrite.

- **Lucrèce** (c. 95 - c. 53 B.C., né à Rome) : va en Grèce chercher des arguments contre les croyances antiques et célèbre dans son grand poème *De rerum natura* (De la nature des choses) le matérialisme d'Epicure, «le premier mortel qui ait osé s'attaquer aux dieux ».

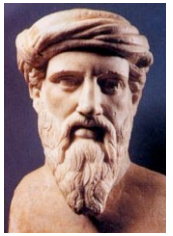
Les atomistes



Démocrite (c. 460 - c. 370 B.C., né à Abdère) :

- « Les mondes existent dans le vide et sont en nombre infini, de différentes grandeurs et disposés de différentes manières dans l'espace : ils sont plus ou moins rapprochés, et, dans certains endroits, il y a plus ou moins de mondes. Certains de ces univers sont entièrement identiques. Ces univers sont engendrés et périssables : certains sont dans des phases d'accroissement, d'autres disparaissent, ou bien encore ils entrent en collision les uns avec les autres et se détruisent. Les mondes sont ainsi gouvernés par des forces créatrices aveugles, et il n'y a pas de providence ».
- « Dans certains univers, on retrouve des êtres vivants (animaux, plantes), d'autres en sont privés et sont privés d'eau (d'humidité). Dans certains de ces univers, il n'y a ni Soleil ni Lune, et dans ceux qui en possèdent, ils sont de tailles différentes. L'Univers dans son ensemble se développe jusqu'à ce qu'il ne puisse plus rien englober ».

La Terre immobile

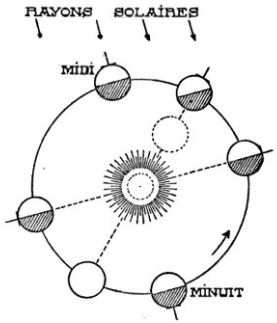


- **Pythagore**
  né en c. 580 av. J.-C. à Samos
  mort en c. 497 av. J.-C. à Métaponte

Aucun des philosophes grecs antérieurs à Pythagore n'a considéré la Terre comme une **sphère**. De multiples observations poussent à penser que « La Terre est sphérique. Semblable à elle-même dans toutes les directions, elle n'a ni haut, ni bas. Située au centre de tous les mouvements célestes, parce que telle est sa place naturelle, elle y demeure immobile. » Les mathématiques sont ordre, puissance et beauté. Selon Pythagore, la Nature elle-même est soumise aux lois de l'arithmétique et de la géométrie. Il existe des nombres musicaux : les cordes les plus longues rendent les sons les plus graves et découvre les règles de l'harmonie (octave, quinte, quarte, …, le ton) et transpose le tout sur la portée astronomique: les mouvements des sept corps errants sont régis par l'harmonie. Enseignement essentiellement oral.

La Terre mobile

- **Philolaüs** (c. 470 - c. 385 B.C., né en Grande Grèce) : dix , égal à la somme des quatre premiers chiffres est le nombre élu: il faut trouver dix révolutions au lieu des huit de Pythagore. La Terre tourne autour du foyer, source invisible de lumière.



Malgré ce faux départ, Philolaüs est le premier à surmonter cette apparence et ce préjugé : l'immobilité de la Terre au centre du monde

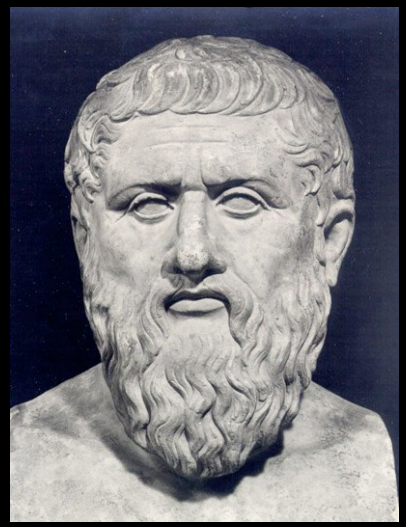
Les polyèdres réguliers de Platon

- **Platon (c. 428 - c. 347 B.C., né dans l'île d'Egine, mort à Athènes)**

- Se consacre d'abord à la poésie, au théâtre et la musique.
- Son œuvre « Les Dialogues » nous est parvenue intacte. Elle traite de nombreux thèmes philosophiques tels que le devoir, la vertu, la sagesse, la beauté, l'amour …
- Ses origines aristocratiques semblent le vouer à une carrière politique. Son père serait descendant de Codrus, dernier roi d'Athènes. Platon est à l'origine des sciences politiques. Il élabore des concepts politiques nouveaux pour son temps.
- En 399 avant J.-C., Socrate est condamné pour des raisons qui restent aujourd'hui mystérieuses. Platon, bouleversé par sa mort, entame une longue série de voyages. Durant douze années, il traversera toute la Méditerranée d'Egypte en Sicile en passant par Mégare, Cyrène, Tarente, …
- Eveillé aux mathématiques par Théodore de Cyrène (c. 470 - c. 398 B.C.) et influencé par la pensée pythagoricienne, Platon se consacre aux sciences et fonde à son retour à Athènes, dans les jardins d'Akadêmos, une école de philosophie et de sciences : « **l'Académie** ».

Ideale Ansicht der Akropolis und des Areopag in Athen (1846)
Neue Pinakothek, Munich, Leo von Klenze (1784–1864)

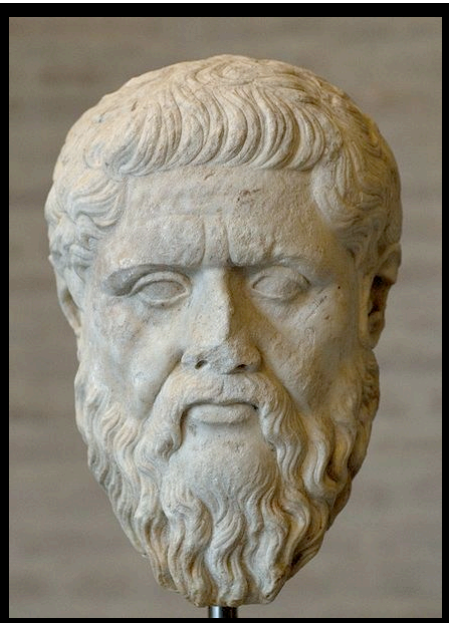
L'Acropole d'Athènes



Platon (c. 428 - c. 347 B.C., né dans l'île d'Egine)

L'Académie de Platon « Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre »

Copie romaine
d'un original exposé
à l'Académie
après la mort de Platon



Platon (c. 428 - c. 347 B.C., né dans l'île d'Egine)

Platon
pointe
le doigt
vers
le ciel
symbolisant
sa croyance
dans
les idées

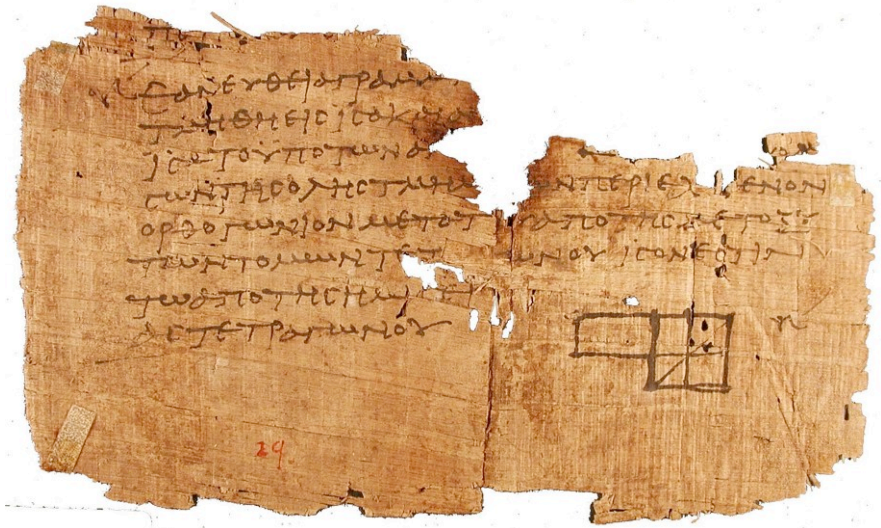
Aristote
pointe
le sol
par le plat
de sa main
droite,
symbolisant
sa croyance
dans la
connaissance
par le biais
de l'observation
empirique.

Raphaël
1510-1511

L'école
d'Athènes

- Pour Platon, le monde s'appuie sur cinq éléments essentiels : le Feu, l'Air, l'Eau, la Terre et l'Univers. Il associe à chacun d'eux un polyèdre régulier inscriptible dans une sphère. Toutes ses faces sont des polygones réguliers isométriques : tous les côtés sont de même longueur et tous les angles sont de même mesure. Il en existe cinq et cinq seulement possédant de telles propriétés : le tétraèdre, le cube, l'octaèdre, le dodécaèdre et l'icosaèdre. Selon Platon, la perfection de ces polyèdres symbolise par excellence les cinq éléments. On les appelle aujourd'hui « Les solides de Platon ».
- **Le tétraèdre, symbole du Feu**. Il est composé de 4 faces qui sont des triangles équilatéraux. Il a 4 sommets et 6 arêtes.
- **Le cube, symbole de la Terre**. Il est composé de 6 faces qui sont des carrés. Il a 8 sommets et 12 arêtes.
- **L'octaèdre, symbole de l'Air**. Il est composé de 8 faces qui sont des triangles équilatéraux. Il a 6 sommets et 12 arêtes.
- **Le dodécaèdre, symbole de l'Univers**. Il est composé de 12 faces qui sont des pentagones réguliers. Il a 20 sommets et 30 arêtes.
- **L'icosaèdre, symbole de l'Eau**. Il est composé de 20 faces qui sont des triangles équilatéraux. Il a 12 sommets et 30 arêtes.

- **Euclide d'Alexandrie** (c. 320 - c. 260 B.C.) démontre dans ses Eléments que ces polyèdres sont exactement au nombre de cinq. Car la justification de Platon est plutôt naïve : il n'en existe que cinq car le cosmos ne contient que cinq éléments !



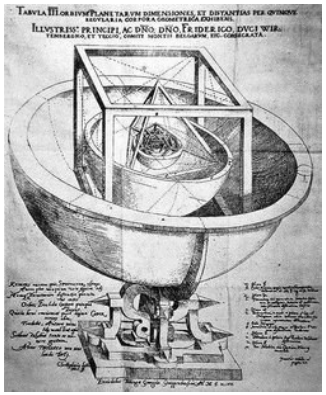
L'un des plus anciens diagrammes complets des *Eléments*, trouvé sur un papyrus daté d'entre 75 et 125 de notre ère (la proposition est II.5).
Collection des papyri d'Oxyrhynchus.

L'École d'Athènes de Raphaël (1510-1511) Euclide géométrisant !

- Nous pouvons vérifier pour chaque solide de Platon la formule d'Euler obtenue avec le nombre F de faces, A d'arêtes et S de sommets : F+S=A+2

- Le dual d'un polyèdre : on appelle polyèdre dual d'un polyèdre régulier P le polyèdre P' dont les sommets sont les centres des faces du polyèdre P. Si P' est le dual de P, alors le dual de P' est semblable à P. Ainsi le dual d'un cube est un octaèdre régulier et réciproquement.

- A la Renaissance, **Johannes Kepler** (1571-1630) pensait que le nombre et la disposition des planètes était une manifestation de la volonté de Dieu et n'était donc pas arbitraire.



Il encastra les 6 planètes connues à l'époque dans les 5 solides parfaits platoniciens.

A chaque sphère est associée une planète, le rayon de la sphère donne la distance moyenne de la planète au soleil.

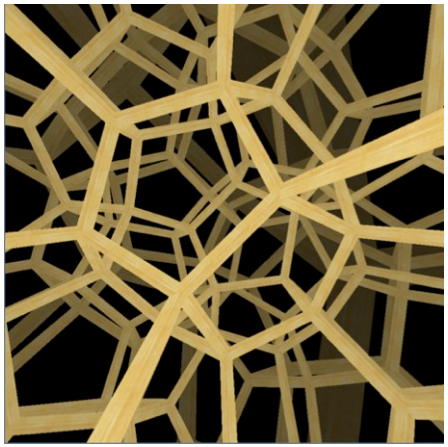
Chaque polyèdre est inscrit dans une sphère et circonscrit dans une autre.

Vénus correspondait à l'octaèdre,
la Terre à l'icosaèdre,
Mars au dodécaèdre,
Jupiter au tétraèdre et
Saturne au cube.

Kepler fera beaucoup mieux par la suite…

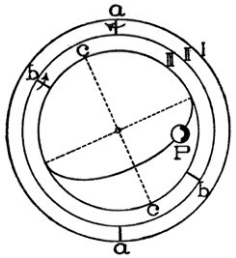
- **Dodecahedral space topology as an explanation for weak wide-angle temperature correlations in the cosmic microwave background**
- Authors: J.-P. Luminet, J. Weeks, A. Riazuelo, R. Lehoucq, J.-P. Uzan
- Nature 425, p. 593, 2003
- Cosmology's standard model posits an infinite flat universe forever expanding under the pressure of dark energy. First-year data from the Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) confirm this model to spectacular precision on all but the largest scales (Bennett et al., 2003 ; Spergel et al., 2003). Temperature correlations across the microwave sky match expectations on scales narrower than 60 deg, yet vanish on scales wider than 60 deg. Researchers are now seeking an explanation of the missing wide-angle correlations (Contaldi et al., 2003 ; Cline et al., 2003). One natural approach questions the underlying geometry of space, namely its curvature (Efstathiou, 2003) and its topology (Tegmark et al., 2003). In an infinite flat space, waves from the big bang would fill the universe on all length scales. The observed lack of temperature correlations on scales beyond 60 deg means the broadest waves are missing, perhaps because space itself is not big enough to support them.
- Here we present a simple geometrical model of a finite, positively curved space -- the Poincaré dodecahedral space -- which accounts for WMAP's observations with no fine-tuning required. Circle searching (Cornish, Spergel and Starkman, 1998) may confirm the model's topological predictions, while upcoming Planck Surveyor data may confirm its predicted density of $\Omega_0 = 1.013 > 1$. If confirmed, the model will answer the ancient question of whether space is finite or infinite, while retaining the standard Friedmann-Lemaître foundation for local physics.

- **Dodecahedral space topology as an explanation for weak wide-angle temperature correlations in the cosmic microwave background**
- Authors: J.-P. Luminet, J. Weeks, A. Riazuelo, R. Lehoucq, J.-P. Uzan
- Nature 425, p. 593, 2003



Les sphères homocentriques

- **Eudoxe (c. 400 - c. 347 B.C., né à Cnide)** Les mouvements des planètes doivent avoir un centre unique, la Terre immobile. Une difficulté astronomique provient de la marche étrange des cinq planètes (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne) qui avancent, stationnent et rétrogradent… Eudoxe est le premier des grecs à inventer un système sauvant les apparences : le mouvement de chacune des sept planètes est représenté par un système indépendant d'orbes concentriques centrées sur la Terre .



Au total, le système d'Eudoxe nécessite « l'existence géométrique » de **26 sphères** : trois pour le Soleil, trois pour la Lune, et quatre pour chacune des cinq planètes.

- **Aristote (c. 384 - c. 322 B.C., né à Stagire, Macédoine)** **utilise 49 sphères**

Portrait d'Aristote
d'après un original en bronze de Lysippe

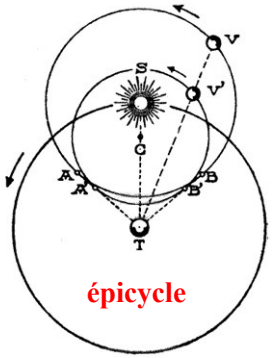
Aristote

philosophe grec
né en – 384 à Stagire en Macédoine
mort en – 322 à Chalcis en Eubée

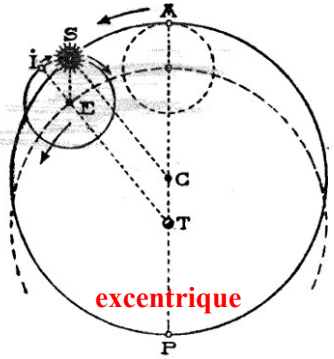
L'oeuvre d'Aristote et celle de Platon sont aussi semblables et aussi éloignées l'une de l'autre que les deux pôles de la Terre. Elles représentent les deux pôles de la pensée occidentale. Platon tire de la contemplation des idées séparées l'inspiration nécessaire au gouvernement de cette cité qui fut pour lui l'objet d'un souci constant. Aristote s'est consacré à l'observation de la nature, des hommes, de leurs cités, avec détachement, sans se soucier d'assurer le triomphe de ses idées sur la place publique. Par l'intermédiaire d'Alexandre, dont il fut le maître, il aura pourtant plus d'influence que Platon sur le cours de l'histoire.

Ecole d'Alexandrie: les épicycles et les excentriques

- La théorie de l'épicycle est imaginée pour expliquer les mouvements rétrogrades des planètes.
- La théorie de l'excentrique est imaginée pour expliquer les variations de la vitesse angulaire du Soleil.
- **Appolonius (c. 262 - c. 190 B.C., né à Perga)**



épicycle



excentrique

Le Soleil au centre du monde

- **Héraclide (c. 388 - c. 315 B.C., né à Héraclée du Pont)** Tandis que Platon, Aristote et leurs disciples repoussent les théories hasardées sur la mobilité de la Terre, Héraclide les étudie. Il explique le mouvement diurne par une rotation directe et uniforme du globe terrestre autour de son axe passant par les deux pôles. Cette rotation s'effectue en un jour sidéral, et Héraclide a bien observé que sa durée est légèrement inférieure (de quatre minutes) à celle du jour solaire.
- Mercure et Vénus déconcertent les astronomes: leur marche sur la sphère céleste dépend visiblement de celle du Soleil. Le modèle d'Héraclide postule que le Soleil est immobile au centre du monde. La Terre et cinq autres planètes décrivent autour du Soleil des orbites circulaires. Les cercles de Mercure et Vénus sont à l'intérieur de l'orbite terrestre, tandis que les cercles de Mars, Jupiter et Saturne sont à l'extérieur. La Lune tourne autour de la Terre, dont la rotation propre produit l'apparence du mouvement diurne.
- Dès lors, la sphère céleste est brisée et Héraclide soutient un univers sans borne, peuplé à l'infini de mondes. Ces nouveautés sont considérées alors comme des jeux de l'esprit, sans sérieux et sans importance.
- **Aristarque (c. 310 - c. 230 B.C., né à Samos)** Le rayon de la sphère céleste est beaucoup plus grand que l'orbite terrestre, sinon les tailles des constellations changeraient avec la position de la Terre sur son orbite.

idées en contradiction avec l'époque, ne parviennent pas à s'imposer

05.B.2

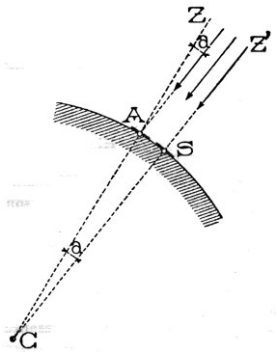
La mesure du rayon de la Terre

La mesure de la taille de la Terre

- **Eratosthène (c. 276 - c. 196 B.C., né à Cyrène, Libye)**
- Malgré les progrès réalisés par les théories géométriques de mieux en mieux adaptées aux observations, il demeure impossible alors de fixer - sauf par des rapports, d'ailleurs inexacts - les distances des astres à la Terre et les dimensions du monde.
- Une fois la sphéricité de la Terre reconnue, un problème fondamental se pose: Quelle est la grandeur du globe terrestre ?
- Eratosthène propose de considérer comme parallèles les rayons envoyés simultanément de n'importe quel point du Soleil à n'importe quel point de la Terre.

La mesure de la taille de la Terre

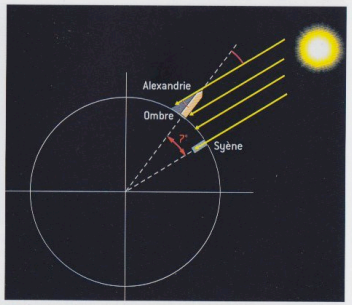
- **Eratosthène (c. 276 - c. 196 B.C., né à Cyrène, Libye)**



Il sait qu'à Syène en Haute-Egypte, au solstice d'été à midi les gnomons ne portent aucune ombre. Le Soleil est donc à la verticale du lieu, *SZ'*, au zénith, et l'on aperçoit au fond des puits l'image de l'astre. Il sait également que Syène est à peu près sur le méridien d'Alexandrie, à la distance *AS* de 5000 stades. Il suffit alors de mesurer à Alexandrie, au solstice, la hauteur *h* du Soleil à midi et de calculer la distance zénithale correspondante, soit l'angle *a*. Il trouve que *a*, égal à l'angle *ACS*, est la cinquantième partie de quatre droits (7°12'). L'arc *AS* est donc la cinquantième partie de méridien entier. Ce dernier vaut 250'000 stades de 157.5 mètres, ce qui équivaut à 39'375 km au lieu de 40'074 km actuels. Il faudra attendre le XVI^{e} siècle pour trouver plus précis…

La mesure de la taille de la Terre

- **Eratosthène (c. 276 - c. 196 B.C., né à Cyrène, Libye)**

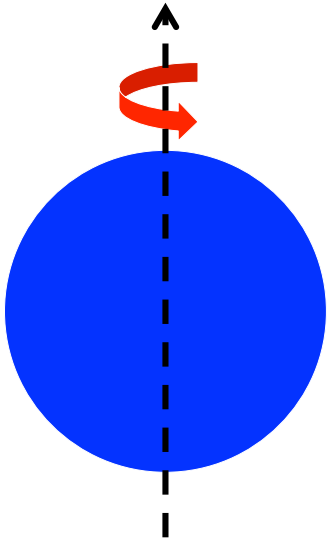


2 Ératosthène mesure la circonférence de la Terre par une méthode aussi simple que géniale : il compare la longueur des ombres à deux endroits du globe : Alexandrie et Syène, qui par un heureux hasard se situent pratiquement sur le même méridien (le schéma n'est pas à l'échelle). Imaginant une Terre sphérique et un Soleil très éloigné, il en déduit la valeur de la circonférence terrestre. Certaines mauvaises langues, partant d'une hypothèse différente (la Terre est plate et le Soleil à distance finie), affirment plutôt qu'Ératosthène a mesuré la distance Terre-Soleil !

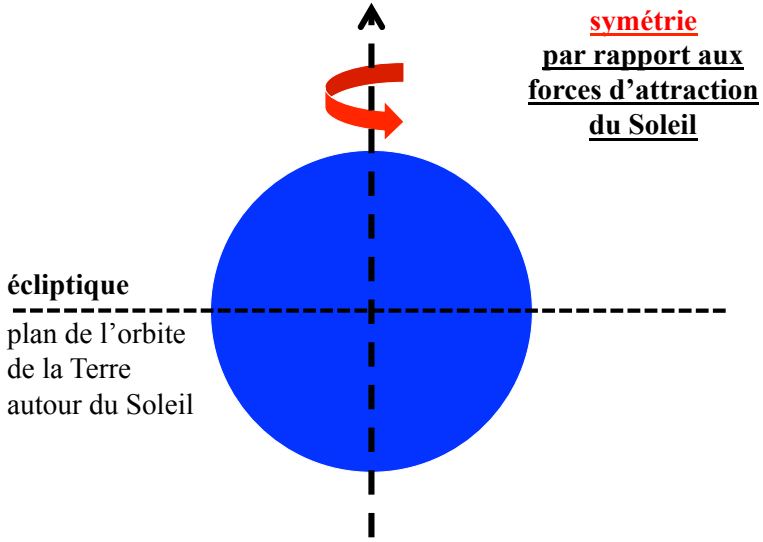
Il sait qu'à Syène en Haute-Egypte, au solstice d'été à midi les gnomons ne portent aucune ombre. Le Soleil est donc à la verticale du lieu, *SZ'*, au zénith, et l'on aperçoit au fond des puits l'image de l'astre. Il sait également que Syène est à peu près sur le méridien d'Alexandrie, à la distance *AS* de 5000 stades. Il suffit alors de mesurer à Alexandrie, au solstice, la hauteur *h* du Soleil à midi et de calculer la distance zénithale correspondante, soit l'angle *a*. Il trouve que *a*, égal à l'angle *ACS*, est la cinquantième partie de quatre droits (7°12'). L'arc *AS* est donc la cinquantième partie de méridien entier. Ce dernier vaut 250'000 stades de 157.5 mètres, ce qui équivaut à 39'375 km au lieu de 40'074 km actuels. Il faudra attendre le XVI^{e} siècle pour trouver plus précis…

05.B.3
La précession des équinoxes

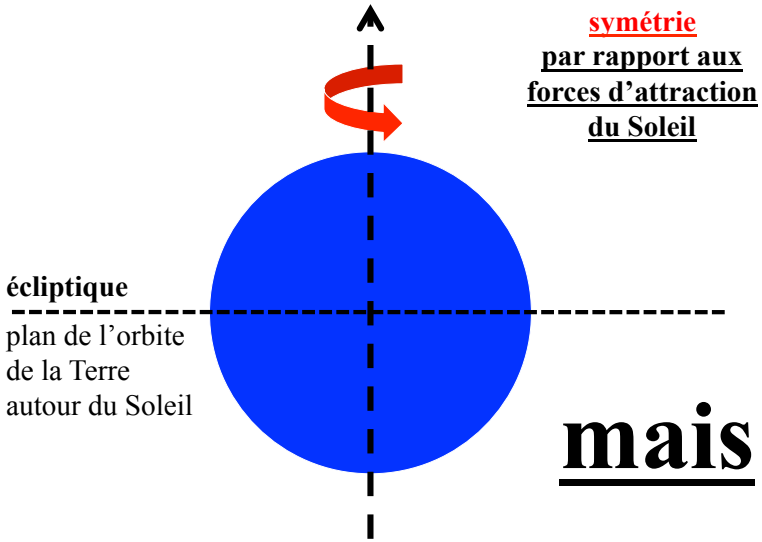
Rotation de la Terre



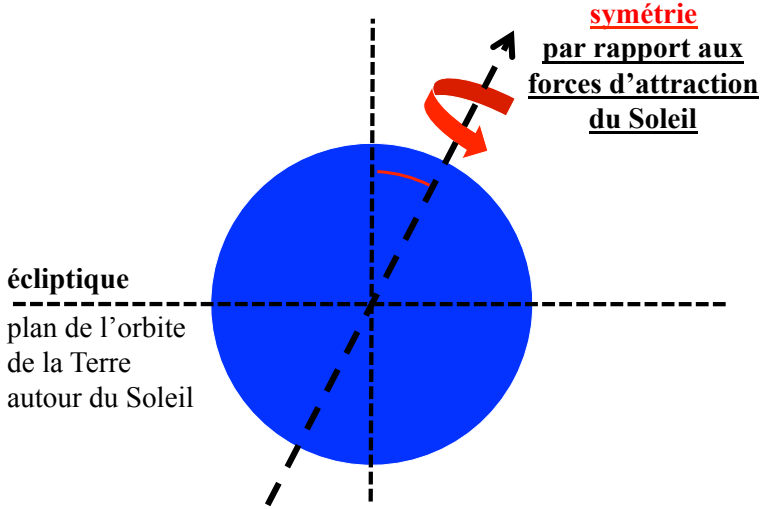
Rotation de la Terre



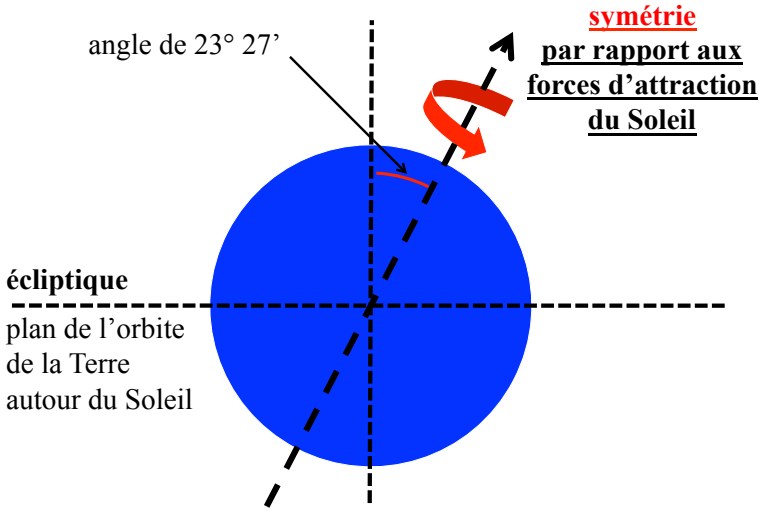
Rotation de la Terre



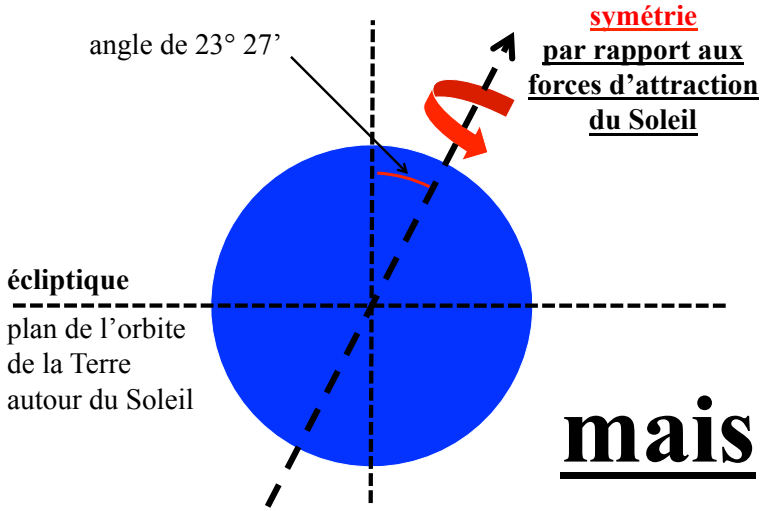
Rotation de la Terre



Rotation de la Terre

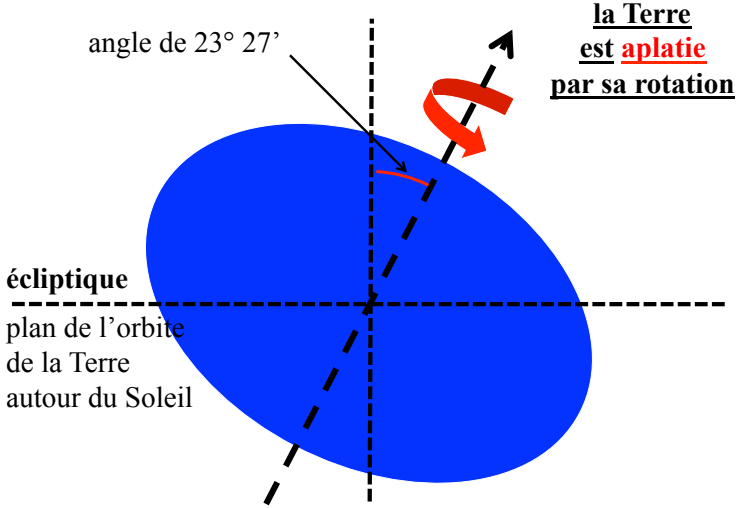


Rotation de la Terre

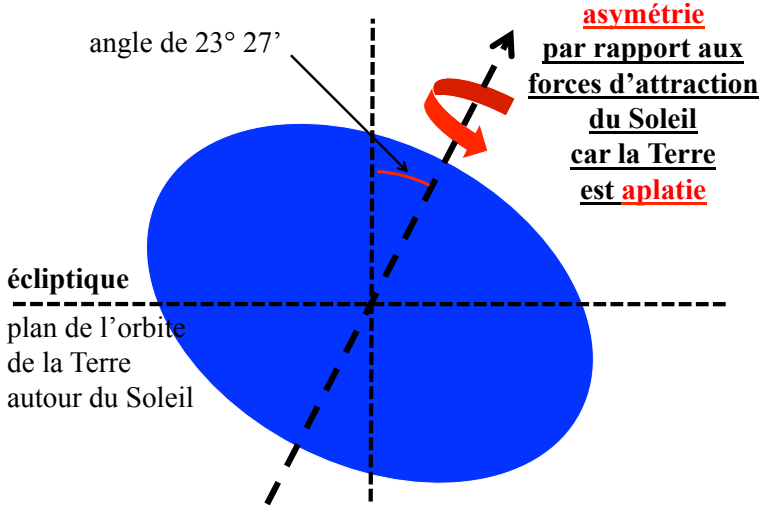


mais

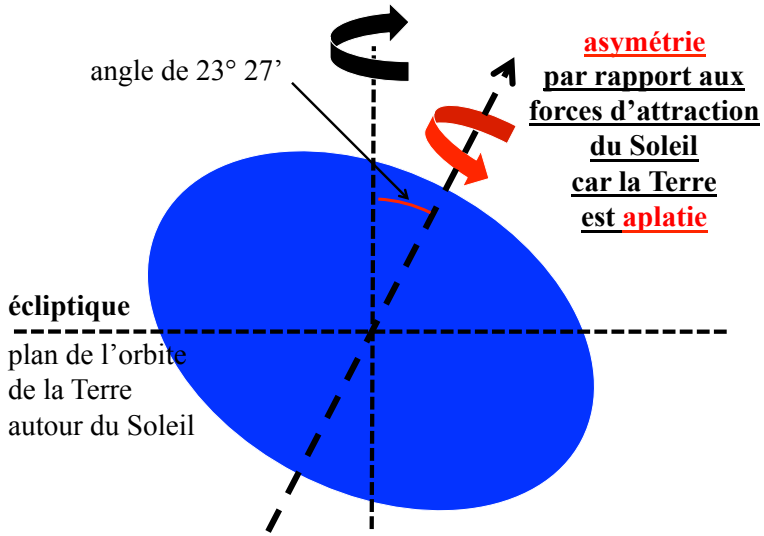
Rotation de la Terre



Rotation de la Terre



Rotation de la Terre



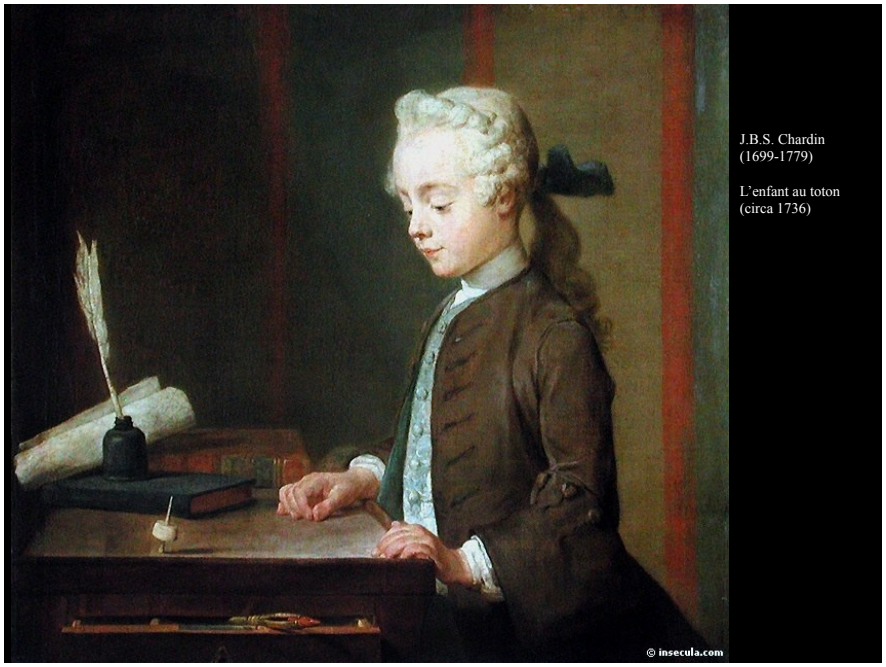
L’aplatissement de la Terre,
la rotation de la Terre autour de son axe
et l’attraction gravitationnelle du Soleil

induisent le fait

que la Terre se comporte comme un
gyroscope, c’est-à-dire comme une toupie

Grâce à la rotation autour de son axe
la Terre se comporte comme un gyroscope,
c’est-à-dire comme une toupie

Mais à cause des effets
de l’aplatissement de la Terre
et de l’attraction gravitationnelle du Soleil
cet axe de rotation ne pointe pas toujours
dans la même direction

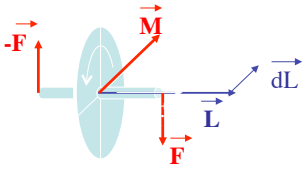


Effets gyroscopiques

$\vec{L}_G \;//\; \vec{\omega}$

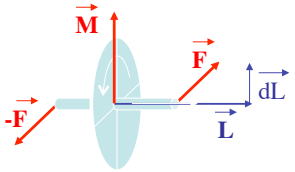
On veut changer la direction de l'axe de rotation ; comment faut-il exercer le couple de force pour que l'axe tourne autour de Ox ? ou de Oz ?

a) forces F parallèles à z



$\vec{M}$ selon -x $\vec{dL}$ selon -x
$\vec{L}$ tourne dans le plan xy

b) forces F parallèles à x



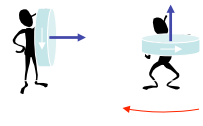
$\vec{M}$ selon z $\vec{dL}$ selon z
$\vec{L}$ tourne dans le plan yz

Théorème du moment cinétique

$$\frac{d\vec{L}_G}{dt} = \vec{M}_G^{\,ext} = \left(\vec{r} \wedge \vec{F}\right) + \left(-\vec{r} \wedge -\vec{F}\right) = 2\,\vec{r} \wedge \vec{F}$$

Effets gyroscopiques

Pourquoi le tabouret tournant (à l'arrêt quand l'axe de la roue est horizontal) se met-il en rotation quand on force l'axe de la roue à être vertical ?

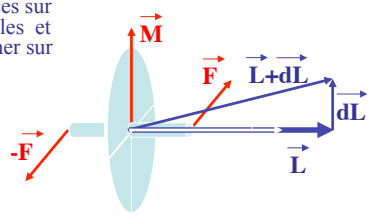


tabouret à l'arrêt tabouret tourne

- Conservation de L : si le tabouret peut tourner sans frottements sur son socle, la composante z du moment cinétique du système roue + personne + tabouret est conservée ($L_{z,tot} = 0$)
- 3ème loi : si la personne applique des forces sur la roue, la roue applique des forces égales et opposées sur la personne (qui la font tourner sur son tabouret)

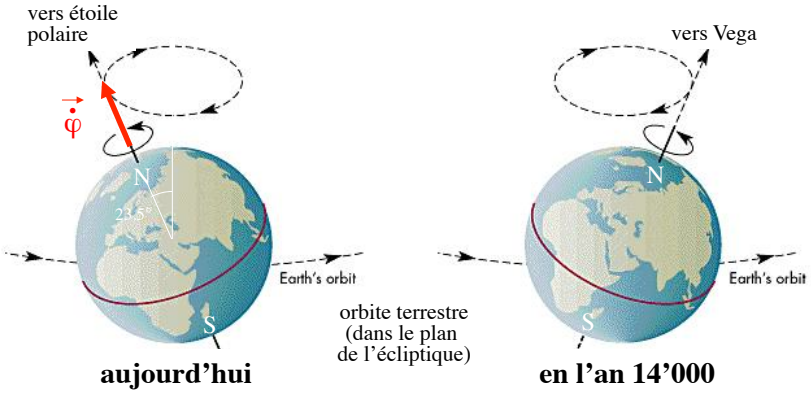
$$M = \frac{dL}{dt} = \frac{L\,d\theta}{dt} = L\,\Omega$$

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\Omega} \wedge \vec{L}$$



Attention : axe de rotation modifié ! $\vec{\omega}_{tot} = \vec{\omega} + \vec{\Omega} \cong \vec{\omega}$

Précession des équinoxes

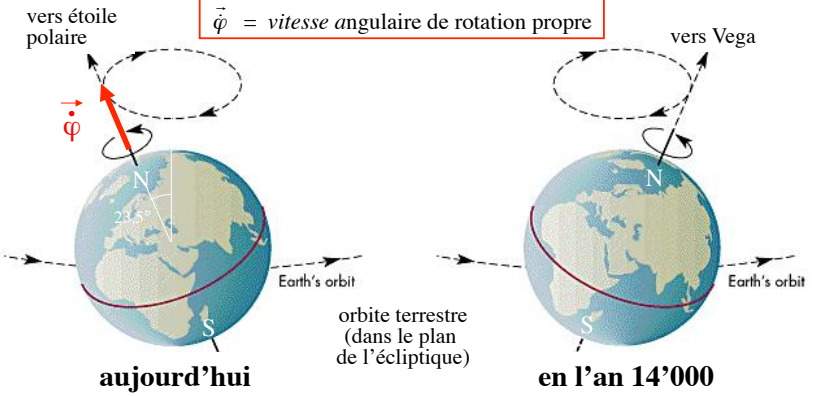


orbite terrestre (dans le plan de l'écliptique)

aujourd'hui **en l'an 14'000**

Précession des équinoxes

$\vec{\psi}$ = *vitesse angulaire de précession*
$\vec{\theta}$ = *vitesse angulaire de nutation*
$\vec{\varphi}$ = *vitesse angulaire de rotation propre*



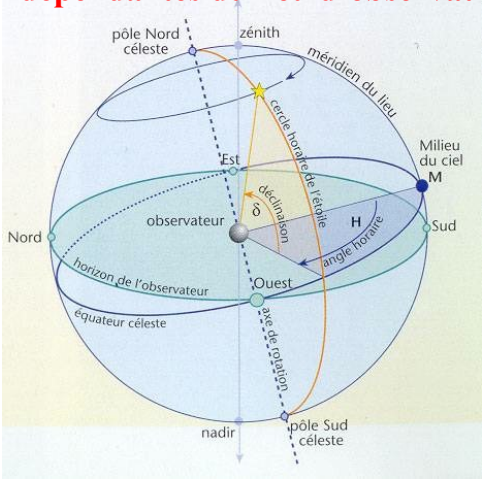
orbite terrestre (dans le plan de l'écliptique)

aujourd'hui **en l'an 14'000**

précession avec une période ~ 26'000 ans

Les positions en astronomie

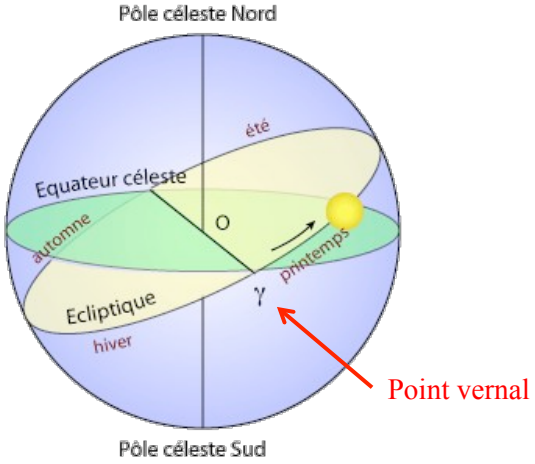
indépendantes du lieu d'observation



La position d'un point sur la sphère céleste est définie par deux coordonnées :
L'ascension droite α ou l'**angle horaire H** et la **déclinaison δ**

Les positions en astronomie

indépendantes du lieu d'observation



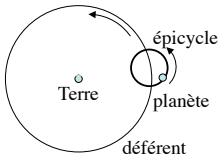
La position d'un point sur la sphère céleste est définie par deux coordonnées :
L'ascension droite α ou l'**angle horaire H** et la **déclinaison δ**

Le point vernal γ est l'intersection entre l'équateur céleste et l'écliptique

Précession des équinoxes

Hipparque
né ~ 190 av. J.-C. à Nicée
mort ~ 120 av. J.-C. à Rhodes (?)
astronome, géographe et mathématicien grec
actif au moins entre 147 et 127 av. J.-C.

- Etude du mouvement des astres (planètes) à l'aide de la théorie des épicycles



- Prédiction des éclipses
- Tailles et distances du Soleil et de la Terre

Précession des équinoxes

grâce à un catalogue d'étoiles

Une nova donne à Hipparque l'idée de composer un catalogue de 1025 étoiles et de leurs coordonnées, afin de permettre à la postérité de connaître les changements accomplis dans le ciel. C'est en confrontant ses propres observations à ce catalogue, contenant des observations vieilles de 170 ans environ (le plus ancien système d'archives scientifiques ?!), qu'il découvrit, en ~135 av. J.-C., la précession des équinoxes : les longitudes des étoiles croissent de 50 secondes d'arc par an. La sphère céleste a donc, outre la rotation diurne autour de l'axe du monde, une rotation directe, très lente, autour de l'axe normal à l'écliptique.

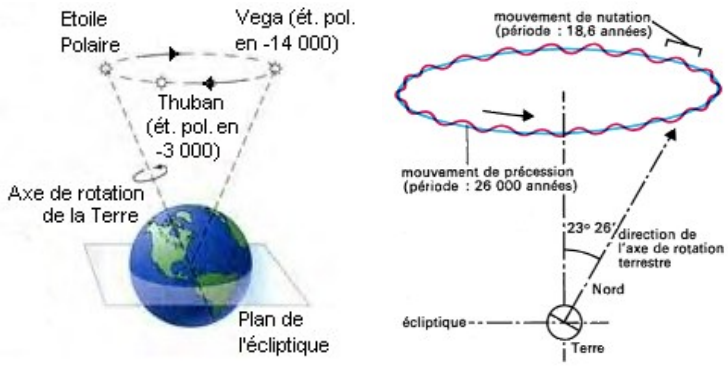
La position du Soleil à l'équinoxe de printemps se déplace par rapport aux étoiles fixes de 1,5° par siècle.

Précession de l'axe de rotation de la Terre autour de la normale au plan de l'écliptique : période ~ 26'000 ans (25'725 ans).

Egalement petite nutation de 9,2'' d'arc : période ~19 ans (18.6 ans).

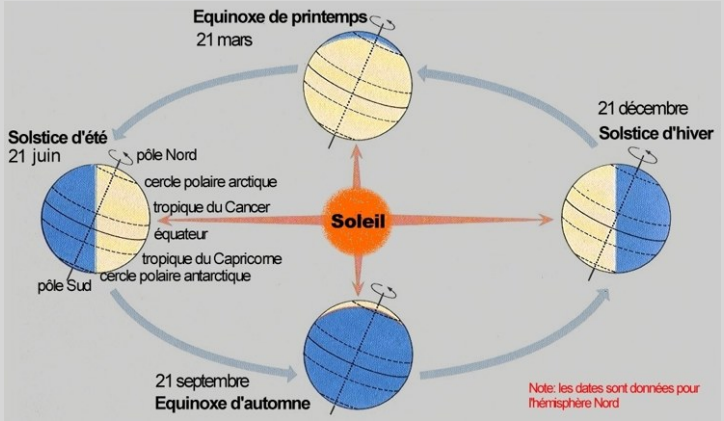
Cause : moment des forces exercées par la Lune et le Soleil sur la Terre, par rapport au centre de masse de la Terre, pas sphérique mais ellipsoïdale

Précession des équinoxes

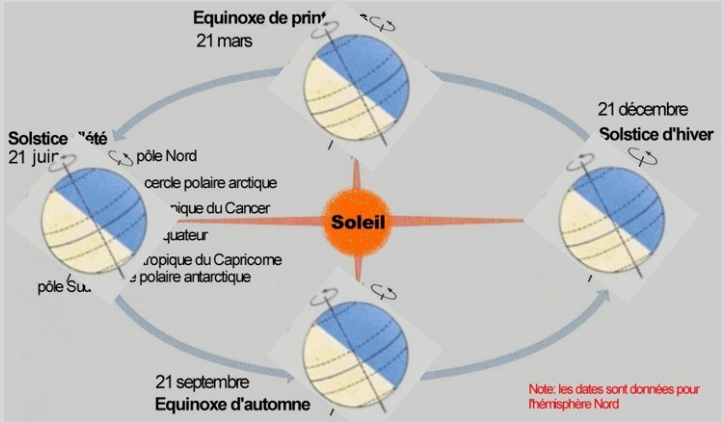


précession **nutation**

Equinoxes et solstices



Equinoxes et solstices
13'000 ans plus tard



Equinoxes

	20-21	22-23	
Year	Vernal equinox	Autumnal equinox	Leap year
2000	20 March, 07.35	22 September, 17.27	yes
2001	20 March, 13.31	22 September, 23.04	
2002	20 March, 19.16	23 September, 04.55	
2003	21 March, 01.00	23 September, 10.47	
2004	20 March, 06.49	22 September, 16.30	yes
2005	20 March, 12.33	22 September, 22.23	
2006	20 March, 18.25	23 September, 04.03	
2007	21 March, 00.07	23 September, 09.51	
2008	20 March, 05.48	22 September, 15.44	yes
2009	20 March, 11.43	22 September, 21.18	
2010	20 March, 17.32	23 September, 03.09	
all times are UTC (GMT)			

Solstices

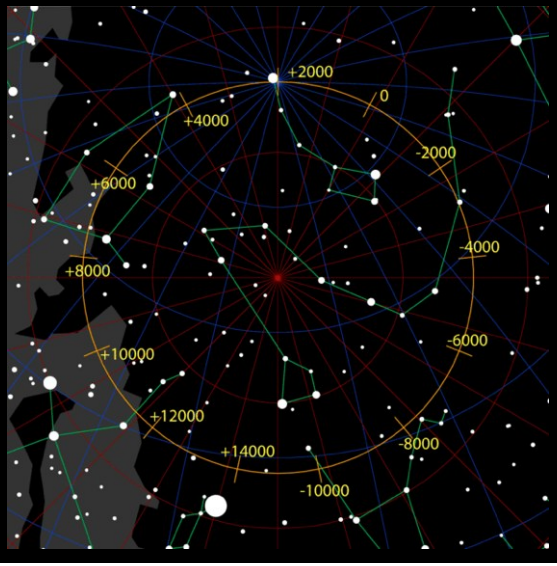
	20-21	21-22	
Year	Summer	Winter	Leap year
2000	21 June, 01.48	21 December, 13.37	yes
2001	21 June, 07.38	21 December, 19.21	
2002	21 June, 13.24	22 December, 01.14	
2003	21 June, 19.10	22 December, 07.04	
2004	21 June, 00.57	21 December, 12.41	yes
2005	21 June, 06.46	21 December, 18.35	
2006	21 June, 12.26	22 December, 00.22	
2007	21 June, 18.06	22 December, 06.08	
2008	20 June, 23.59	21 December, 12.04	yes
2009	21 June, 05.45	21 December, 17.47	
2010	21 June, 11.28	21 December, 23.38	
all times are UTC (GMT)			

Solar Events in Greenwich Mean Time
Tropical Year = 365.2425 (days)

Year	Vernal Equinox	Summer Solstice	Autumnal Equinox	Winter Solstice	Perihelion	Aphelion
2000	3/20 7:30	6/21 1:44	9/22 17:16	12/21 13:27	1/03 23:21	7/04 14:15
2001	3/20 13:19	6/21 7:32	9/22 23:05	12/21 19:16	1/03 5:35	7/04 20:29
2002	3/20 19:08	6/21 13:20	9/23 4:54	12/22 1:06	1/03 11:49	7/05 2:43
2003	3/21 0:58	6/21 19:08	9/23 10:42	12/22 6:56	1/03 18:03	7/05 8:57
2004	3/20 6:47	6/21 0:56	9/22 16:31	12/21 12:46	1/04 0:17	7/04 15:11
2005	3/20 12:36	6/21 6:44	9/22 22:20	12/21 18:35	1/03 6:31	7/04 21:25
2006	3/20 18:25	6/21 12:32	9/23 4:08	12/22 0:25	1/03 12:45	7/05 3:39
2007	3/21 0:14	6/21 18:21	9/23 9:57	12/22 6:15	1/03 18:59	7/05 9:53
2008	3/20 6:04	6/21 0:09	9/22 15:46	12/21 12:04	1/04 1:13	7/04 16:07
2009	3/20 11:53	6/21 5:57	9/22 21:34	12/21 17:54	1/03 7:27	7/04 22:21
2010	3/20 17:42	6/21 11:45	9/23 3:23	12/21 23:44	1/03 13:40	7/05 4:35
2011	3/20 23:31	6/21 17:33	9/23 9:12	12/22 5:34	1/03 19:54	7/05 10:49
2012	3/20 5:20	6/20 23:21	9/22 15:01	12/21 11:23	1/04 2:08	7/04 17:03
2013	3/20 11:10	6/21 5:09	9/22 20:49	12/21 17:13	1/03 8:22	7/04 23:17
2014	3/20 16:59	6/21 10:57	9/23 2:38	12/21 23:03	1/03 14:36	7/05 5:31
2015	3/20 22:48	6/21 16:46	9/23 8:27	12/22 4:53	1/03 20:50	7/05 11:45
2016	3/20 4:37	6/20 22:34	9/22 14:15	12/21 10:42	1/04 3:04	7/04 17:59
2017	3/20 10:26	6/21 4:22	9/22 20:04	12/21 16:32	1/03 9:18	7/05 0:13
2018	3/20 16:16	6/21 10:10	9/23 1:53	12/21 22:22	1/03 15:32	7/05 6:27
2019	3/20 22:05	6/21 15:58	9/23 7:41	12/22 4:11	1/03 21:46	7/05 12:41
2020	3/20 3:54	6/20 21:46	9/22 13:30	12/21 10:01	1/04 4:00	7/04 18:55

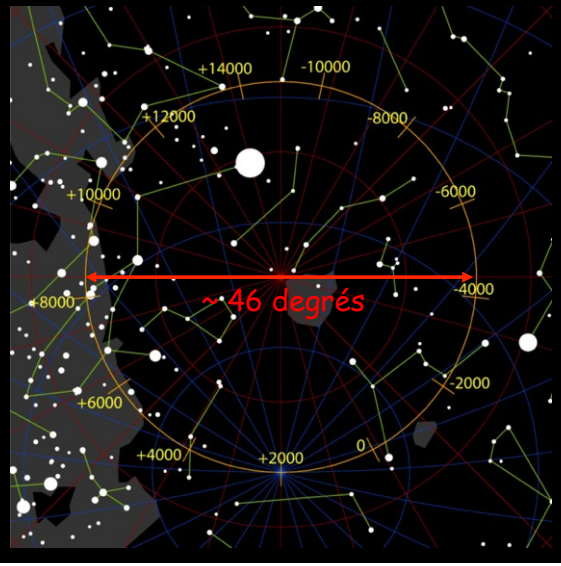
Précession des équinoxes

Pôle nord



Précession des équinoxes

Pôle sud



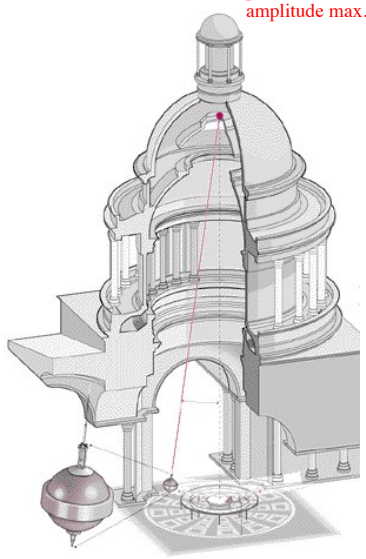
Pendule de Foucault

masse m = 28 kg
longueur L = 67 m
période = 16.5 s
amplitude max. = 6 m

Louis Napoléon Bonaparte ayant eu connaissance
des travaux de Foucault lui demande
de réaliser son expérience
dans un lieu prestigieux, ce sera le Panthéon.
L'expérience eut lieu le 31 mars 1851.

Léon Foucault
(1819-1868)

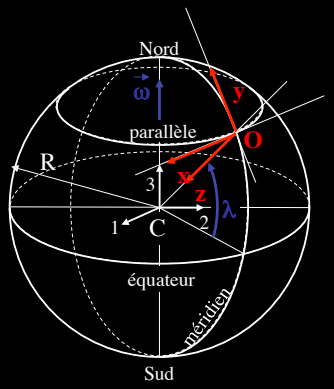
La sphère pesait 28 kg et le fil 67 m de long.
La période du pendule
(aller et retour) était de 16.5 secondes,
l'amplitude maximale de 6 mètres
et le temps d'amortissement de 6 heures.
On pouvait ainsi observer un déplacement
de plusieurs millimètres
par aller et retour du pendule.



Pendule de Foucault

Pendule de Foucault

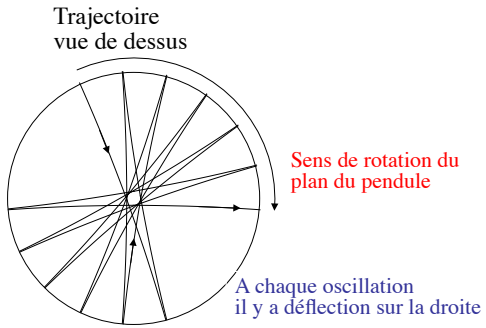
Référentiel terrestre avec repère lié à la Terre



Au pôle, rotation du plan d'oscillation en 24 heures.
Pas de rotation à l'équateur.

Pendule de Foucault

La **démonstration expérimentale** du **mvt de rotation de la Terre** fut réalisée par **Foucault** en 1851 au moyen d'une pendule de 67 m de long suspendu sous la coupole du Panthéon à Paris.



La vitesse de rotation du plan d'oscillation est donc $-\omega \sin \lambda$ soit une rotation d'un angle $360^\circ \sin \lambda$ n un jour ou de $15^\circ \sin \lambda$ n une heure. A la latitude de Lausanne ($\lambda = 46.5^\circ$), le plan d'oscillation tourne de 11° par heure.

La mesure de la distance de la Terre à la Lune

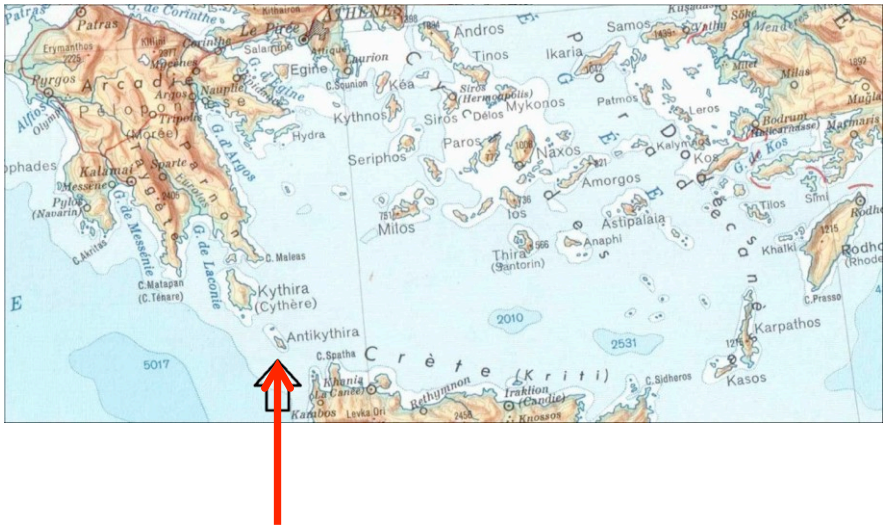
- Hipparque met en oeuvre deux méthodes différentes, toutes deux ingénieuses et sophistiquées, et parvient à des résultats remarquables dans l'évaluation de la distance Terre - Lune : il place en effet cette distance dans une « fourchette » allant de 62 à 77 rayons terrestres, alors que la valeur réelle est de 60,2 rayons terrestres.

- A l'inverse, sa distance Terre - Soleil est considérablement sous-estimée, bien que sa méthode soit assez correcte. Ces calculs supposent inévitablement des connaissances trigonométriques relativement fines.

05.B.4

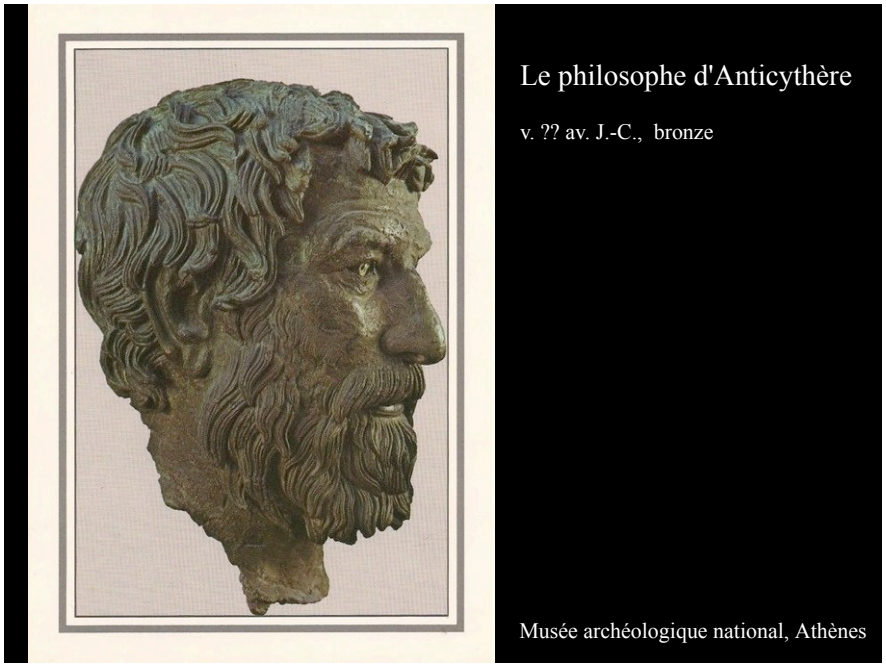
Le mécanisme d'Anticythère

La Tour des vents ou Horloge d'Andronicos, est une horloge hydraulique monumentale située sur l'Agora romaine d'Athènes. Remarquable pour les vestiges du mécanisme de l'horloge et également pour les sculptures en relief des divinités des Vents qui ornent chacune de ses huit faces.



Le mécanisme d'Anticythère

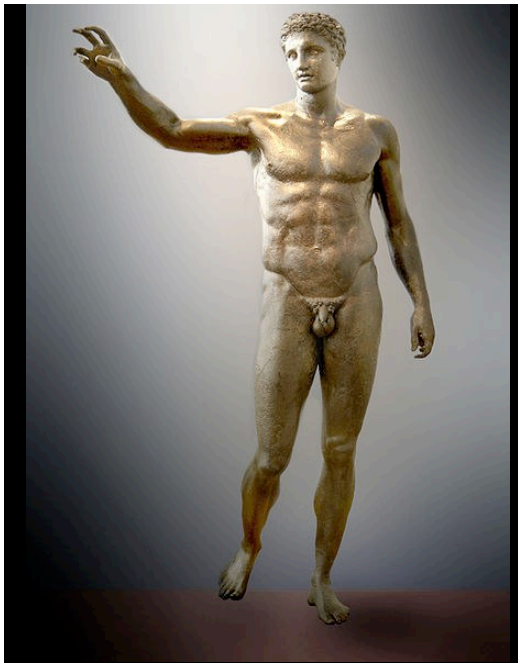
- Peu avant Pâques 1900, deux caïques de pêcheurs d'éponge grecs, en route vers l'Afrique du Nord, firent escale sur la côte nord-est d'Anticythère. Le 4 avril 1900, l'un des plongeurs découvrit par hasard une épave antique gisant par 62 m de fond. Il en remonta un objet de la cargaison, la main d'une statue en bronze. Les pêcheurs n'en modifièrent pas leurs plans pour autant, et ce n'est qu'au retour, à l'automne, qu'ils avertirent les autorités grecques. Le gouvernement grec dépêcha aussitôt sur place des navires de sa marine de guerre, le 24 novembre 1900. Les opérations de renflouement de l'épave durèrent jusqu'en septembre 1901. De nombreuses statues et statuettes en bronze et en marbre en furent retirés, dont la plus célèbre est un éphèbe souvent attribué à Euphranor ou à Lysippe (ces découvertes remplissent actuellement trois salles du Musée national archéologique d'Athènes), ainsi que des objets divers (instruments chirurgicaux, lyre en bronze, etc.).
- On considère que la découverte du mécanisme à proprement parler date du 17 mai 1902 quand l'archéologue Valerios Stais s'aperçut qu'un morceau de pierre ramené du site recelait des inscriptions et des engrenages incrustés. Un examen révéla qu'en fait de pierre, il s'agissait d'un mécanisme rouillé, dont il restait trois morceaux importants et 82 fragments plus petits.



Le philosophe d'Anticythère

v. ?? av. J.-C., bronze

Musée archéologique national, Athènes



L'Éphèbe d'Anticythère

v. 340-330 av. J.-C., bronze, 1,94 m
attribué à Euphranor ou à Lysippe

Musée archéologique national, Athènes

L'Éphèbe d'Anticythère

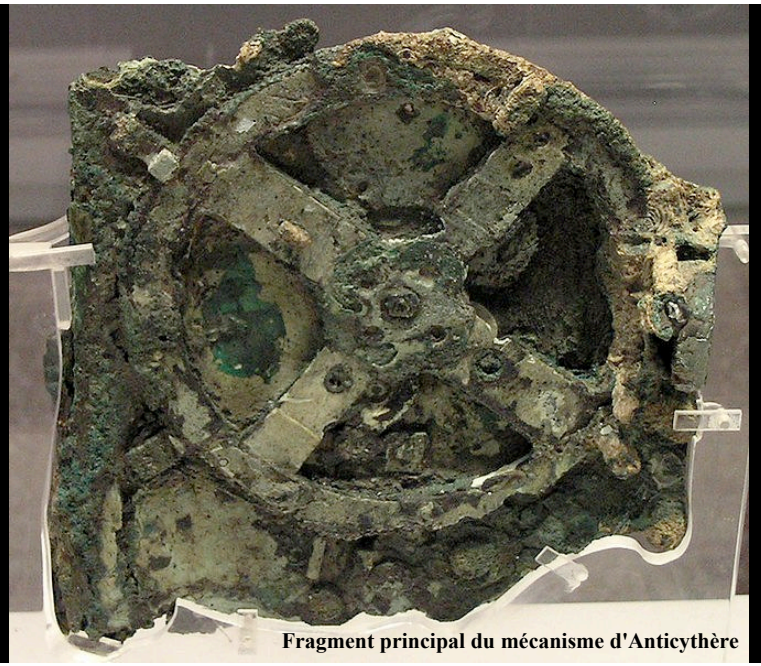
v. 340-330 av. J.-C., bronze, 1,94 m
attribué à Euphranor ou à Lysippe

Musée archéologique national, Athènes

L'Éphèbe d'Anticythère

v. 340-330 av. J.-C., bronze, 1,94 m
attribué à Euphranor ou à Lysippe

Musée archéologique national, Athènes



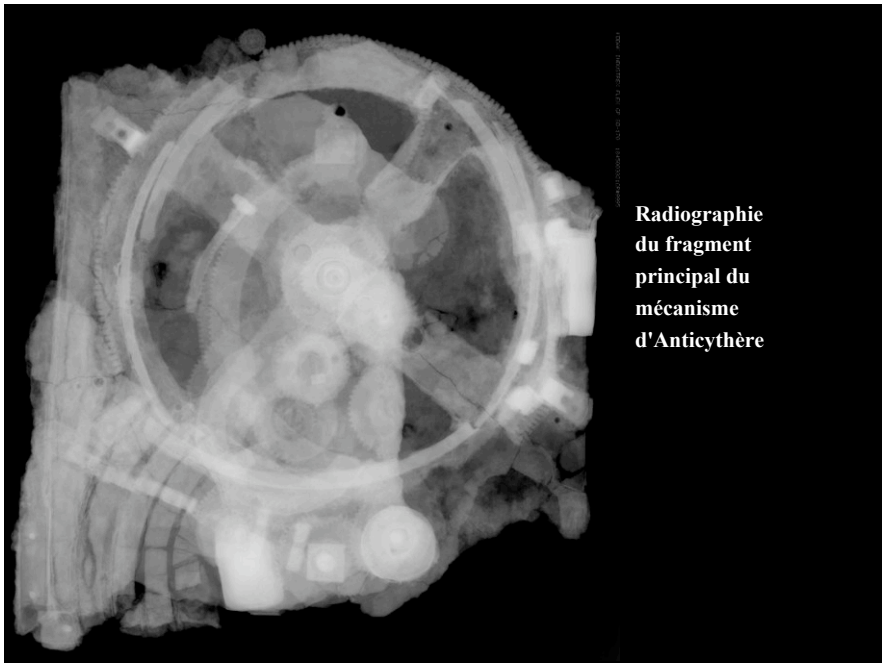
Fragment principal du mécanisme d'Anticythère

Revers du fragment principal de la machine d'Anticythère

Fragment secondaire de la machine d'Anticythère.

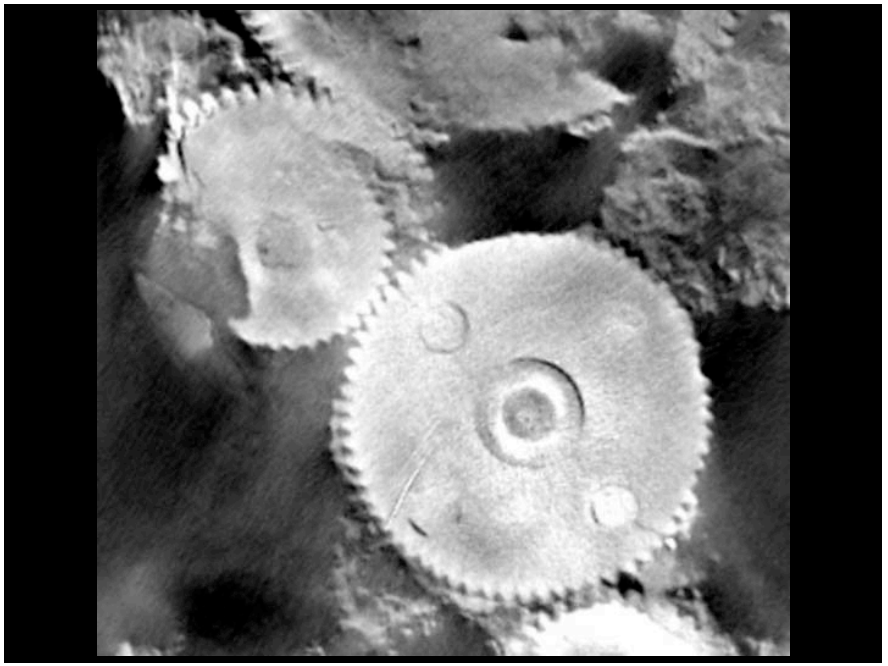
Le mécanisme d'Anticythère

- **Premières études et premières hypothèses.** Le soin et l'adresse avec lesquels cette machine fut réalisée, ainsi que les connaissances nécessaires en mécanique et en astronomie en font une énigme hellénique, astronomique, mathématique et technique, c'est-à-dire une énigme technologique.
- **Seconde moitié du XX^{e} siècle.** Le Dr Derek de Solla Price, physicien et historien des sciences à l'Université Yale, voulut vérifier s'il s'agissait d'un calculateur. En utilisant le procédé de désoxydation électrolytique et des radiographies aux rayons X, il étudia le disque et fit apparaître un dispositif extrêmement complexe, comprenant, outre la vingtaine de roues dentées déjà répertoriées, des axes, des tambours, des aiguilles mobiles et trois cadrans gravés d'inscriptions et de signes astronomiques. En 1959, il publia un article préliminaire dans *Scientific American*, puis consigna en 1973 les résultats de ses recherches dans *Gears From The Greeks: The Antikythera Mechanism, A Calendar Computer from Circa 80 BC*.
- Par la suite, Allan Bromley et Michael Wright firent des études plus approfondies et remirent en question certains aspects de la reconstruction de Price.



Radiographie du fragment principal du mécanisme d'Anticythère

Zoom dans la radiographie du fragment principal du mécanisme d'Anticythère



Le mécanisme d'Anticythère

- **Études au XXIe siècle.** Comme il est impossible de démonter le disque sans l'endommager gravement et que les moyens d'étude classiques, tel que la radiographie, s'avéraient inadaptés, toute nouvelle étude du disque fut bloquée ; en 2000, l'astronome Mike Edmunds de l'Université de Cardiff et le mathématicien Tony Freeth eurent l'idée d'utiliser un scanner.
- Pour parachever cette nouvelle expertise scientifique, Edmunds rassembla, à l'automne 2005, une équipe pluri-disciplinaire associant des astronomes, des physiciens, des mathématiciens et des paléographes des trois universités les plus concernées : l'Université de Cardiff, l'Université d'Athènes et l'Université Aristote de Thessalonique.
- Pour Xénophon Moussas, directeur du laboratoire d'astrophysique de l'Université d'Athènes, la machine est plus complexe que les astrolabes connus jusqu'alors qui ne comportent que quelques engrenages et roues à dents. Avec son équipe, Moussas a réussi à déchiffrer 2 000 nouveaux caractères — Price n'en avait déchiffré « que » 900 —, y compris sur les disques à l'intérieur de la machine. Ces textes sont à la fois un mode d'emploi de l'appareil et un traité d'astronomie. Quatre cadrans « au moins » — et non pas trois — indiquent les positions du Soleil et de la Lune, et un plus petit des cadrans décrit les phases de la lune.

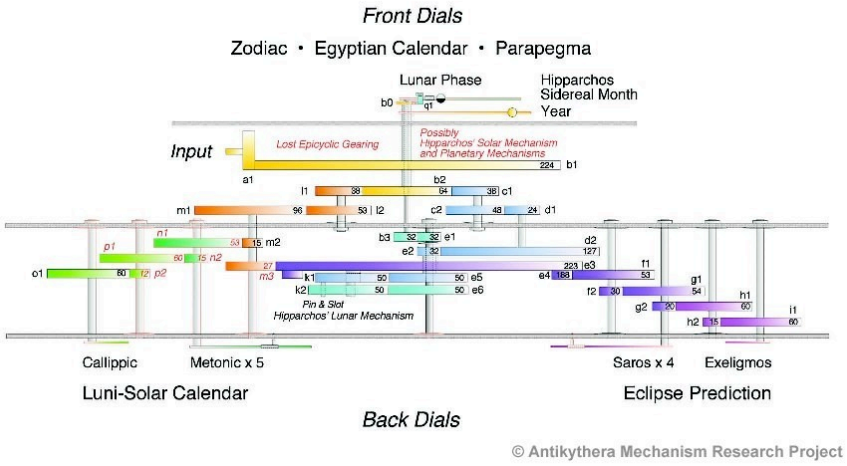
Le mécanisme d'Anticythère

- **Les inscriptions.** Elles sont composées de plus de 2 200 lettres grecques. Ces lettres gravées sur le bronze très petites de 1,5 à 2,5 mm de hauteur sont plus ou moins érodées. Leur forme indique les alentours de 100 avant J.-C..
- Les inscriptions, déchiffrées à 95%, se divisent en deux types :
- un texte astronomique « étrange » à l'avant du mécanisme (les mots Vénus, Hermès/Mercure, le zodiaque y apparaissent).
- un « mode d'emploi » à l'arrière, combinant des indications sur les roues dentées, les périodes de ces roues et les phénomènes astronomiques.
- La nature des inscriptions suggère une origine sicilienne, fruit des héritiers d'Archimède. Il apparait sur le cadran supérieur les noms de six villes accueillant des jeux panhelléniques, cinq noms ont d'ores et déjà pu être déchiffrés, dont celui d'Olympie. Ce cercle divisé en quatre secteurs tournait d'un quart de tour pour une année, décrivant ainsi le cycle d'une olympiade.

Le mécanisme d'Anticythère

Reconstitution du mécanisme qui occupe le volume d'un petit boîtier haut de 21 cm, large de 16 et épais de 5 (dimensions d'un livre de taille moyenne).

Le mécanisme d'Anticythère



Le mécanisme d'anticythère

- Il est désormais certain qu'il s'agissait d'une machine à calculer les mouvements solaire et lunaire, sans que l'on puisse parler à proprement parler d'horloge astronomique car le mécanisme semble actionné par une manivelle, un remontoir mécanique. Elle aurait pu aussi servir à prédire les mouvements de certaines planètes.
- D'autre part, la forme des caractères, comparée à celles d'autres inscriptions de la même époque, conduit les experts à dater la pièce de la fin du II^{e} siècle avant notre ère.

- http://www.antikythera-mechanism.gr/
- Musée archéologique national d'Athènes

mais quelques récents développements

- http://www.chronopassion.com/2011/07/machine-danticythere-par-hublot-qui-va-fusionner-lantiquite-au-present/?lang=fr

Reconstitution recto verso de la machine.
Haut de 33 cm et épais de 18 cm, l'antique objet comptait des cadrans sur deux faces.

Le mécanisme d'Anticythère

- Le mécanisme consiste en un système complexe de 32 roues et plaques portant des inscriptions relatives aux signes du zodiaque et aux mois. Les premières études des fragments suggèrent qu'il s'agissait d'une sorte d'astrolabe utilisé pour la navigation maritime. L'interprétation désormais généralement acceptée remonte aux études du professeur Derek de Solla Price, qui fut le premier à suggérer que le mécanisme est une machine à calculer le calendrier solaire et lunaire, c'est-à-dire une machine ingénieuse pour déterminer le temps sur la base des mouvements du soleil et de la lune, leur relation (éclipses) et les mouvements des autres étoiles et des planètes connues à cette époque. Le mécanisme fut probablement construit par un mécanicien ingénieux de l'école de Poséidonios à Rhodes. Cicéron, qui visita l'île en 79/78 av. J.-C. rapporte que de tels engins étaient en effet conçus par le philosophe stoïcien Poséidonios d'Apamée. La conception du mécanisme d'Anticythère paraît suivre la tradition du planétarium d'Archimède, et peut être reliée aux cadrans solaires. Son mode opératoire est basé sur l'utilisation de roues dentées. La machine est datée de 89 av. J.-C. environ et provient de l'épave trouvée au large de l'île d'Anticythère.

Objets similaires dans la littérature antique

- Cicéron évoque deux machines semblables. Cela voudrait dire que cette technologie existait dès le III^{e} siècle avant J.-C.
- La première, construite par Archimède, se retrouva à Rome grâce au général Marcus Claudius Marcellus. Le militaire romain la ramena après le siège de Syracuse en 212 avant JC, où le savant grec trouva la mort. Marcellus éprouvait un grand respect pour Archimède (peut-être dû aux machines défensives utilisées pour la défense de Syracuse) et ne ramena que cet objet du siège. Sa famille conserva le mécanisme après sa mort et Cicéron l'examina 150 ans plus tard. Il le décrit comme capable de reproduire les mouvements du Soleil, de la Lune et de cinq planètes *Cicero, De Re Publica I, 14 (22)*.
- Cicéron mentionne un objet analogue construit par son ami Posidonios *Cicero, De Natura Deorum II, 34 (88)*..
- Les deux mécanismes évoqués se trouvaient à Rome, cinquante ans après la date du naufrage de l'épave d'Anticythère. On sait donc qu'il existait au moins trois engins de ce type.

Matthias Buttet,
de la firme Hublot, a recréé un modèle miniature de la machine d'Anticythère, le calibre 2033-CH01, fait de 495 composants. Respectueux des technologies d'alors, il l'a miniaturisée et y a simplement ajouté un calibre horloger à tourbillon pour l'animer.

L'épave a été datée d'environ 87 avant notre ère. La machine était dotée d'engrenages de bronze d'une sophistication étonnante, alors que l'on croyait de tels rouages inventés dans l'Italie de la renaissance. Ses indications sont légion et aujourd'hui inutiles pour la plupart : le calendrier égyptien, celui des Jeux Panhelléniques (autrement dit Olympiques), la position dans le Zodiaque, les phases et la vitesse de la Lune et du Soleil. Y étaient joints des calendriers dont l'usage s'est depuis longtemps perdu: les cycles Callipiques, du Méton, du Saros et d'Exeligmos, de véritables inconnus au bataillon des calendriers. Ils sont une photographie de l'état de la connaissance et des croyances d'un temps révolu, loin d'être aussi en retard que l'on imaginait. On suppose que la machine incluait également des indications sur les cinq planètes alors connues de notre système solaire. Les fragments manquants le seront certainement longtemps, un tremblement de terre ayant déplacé l'épave, rendant plus improbable encore une nouvelle expédition.

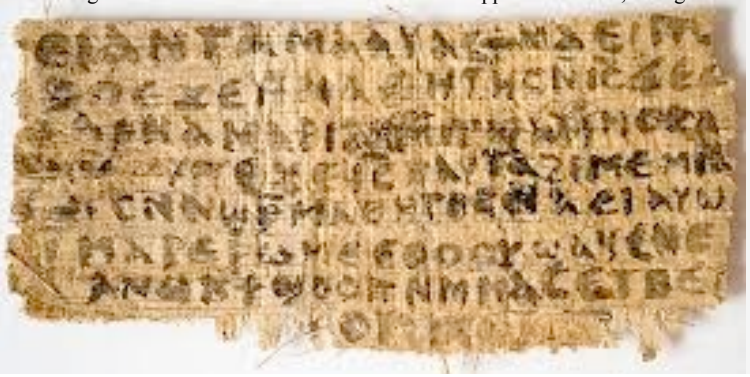
Ce projet horloger est désintéressé. En hommage au passé, le calibre ne sera reproduit qu'à trois exemplaires. Le premier sera mis aux enchères et le profit de la vente sera intégralement reversé au Musée des Arts et Métiers. Le deuxième sera exposé au Musée Archéologique d'Athènes. Le troisième intégrera les collections du musée Hublot. Le résultat de ce processus scientifique international renvoie les horlogers à leurs propres limites, sur le plan de l'organisation de la recherche comme sur celui des limites techniques telles qu'elles ont été conçues. Une leçon d'humilité face à l'Histoire.

Traduction, authenticité, autant de problèmes difficiles à résoudre.

Four words on a previously unknown papyrus fragment provide the first evidence that some early Christians believed Jesus had been married.

Karen King, a professor of divinity at Harvard University, told the 10th International Congress of Coptic Studies on Sept. 18 2012 in Rome that she is awaiting further test results to help confirm the object's authenticity. The four words on the fragment translate to, "Jesus said to them, my wife". The words, written in Coptic, a language of ancient Egyptian Christians, are on a papyrus fragment of about 1½ by three inches.

"Christian tradition has long held that Jesus was not married, even though no reliable historical evidence exists to support that claim," King said.



The Guardian Weekly
29 March 2013

34 The Guardian Weekly 290313

Discovery

Jo Marchant

The Antikythera mechanism showed that the ancient Greeks had sophisticated technology and a profound understanding of astronomy. Could another one be lurking under the sea?

Divers returning to the site of an ancient wreck off the Greek island of Antikythera have found artefacts scattered over a wide area, of the steep, rocky sea floor. These include intact pottery, the ship's anchor and some puzzling bronze objects. The team believes that hundreds more items could be buried in the sediment nearby.

The Antikythera wreck, which dates from the first century BC, yielded the first ever finds from sponge divers discovered it at the beginning of the 20th century. Among jewellery, weapons and statues were the remains of a mysterious clockwork device, dubbed the Antikythera mechanism (pictured right).

Bar a brief visit by the undersea explorer Jacques Cousteau in the 1970s (featured in his documentary Diving for Roman Plunder), no one had visited the wreck since, leading to speculation that there was much still to discover. Then stories told tales of giant marble statues lying beyond the sponge divers' reach, while ancient technology seeks like me wondered whether the site might be hiding another Antikythera mechanism, or at least some clues as to whom this mysterious object belonged to.

Cue all-round excitement when in October last year, a team of divers led by Brendan Foley of Woods Hole Oceanographic Institution and Aggelos Iatsoss of Greece's Ephorate of Underwater Antiquities set off to explore the site. The divers used James Bond-style propulsion vehicles equipped with high-resolution video cameras to circumnavigate the island at about 40 metres depth. Now the photos released by the team show some of what they found.

For centuries Antikythera was a busy shipping lane, but surprisingly its treacherous underwater cliffs and reefs are not littered with sunken ships (perhaps those ancient navigators were more skilled than we thought). And the ship from around the same date as the original wreck, perhaps part of the same fleet. But Foley thinks it more likely that all of the remains come from one vessel that broke up as it sank.

To confirm this, he hopes to revisit the site later this year. He wants to use metal detectors to map the distribution of metal and ceramic objects buried beneath the surface, as well as dig a few test trenches. "In many ships between 55 and 60 metres deep.

The largest item recovered was a huge lead anchor stock. It was lying on a semicircular object that might be a scupper pipe, used to drain water from the ship's deck. If so, the ship may have gone down as she was sailing with the anchor stowed. The team also raised an intact storage jar (amphora), which matches those previously recovered from the wreck. Its clay may reveal its original contents.

Most intriguing are dozens of irregular spherical objects sprinkled across the wreck site. They look like rocks but contain flecks of green, suggesting small bronze fragments, corroded and encrusted in sediment after thousands of years in the sea.

This is just what the Antikythera mechanism looked like when it was discovered. Then again, they could be collections of ship's nails.

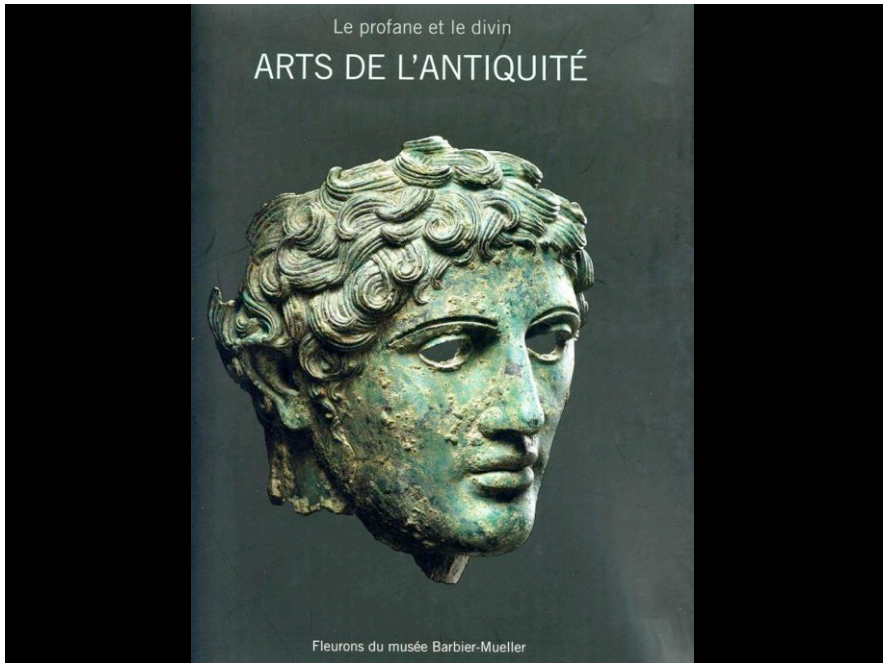
Because the artefacts the team found are a short distance from the site investigated by Cousteau, it's possible that they belong to the sediments," he says.

Cousteau only excavated a few square metres of the site but that was enough to reveal more than two hundred items, including jewellery, coins and small bronze statues. But while previous visits to the wreck have been little more than salvage expeditions, Foley says he'd love to carry out a systematic, scientific excavation of the wreck site. The search for a sponsor is on. "As soon as we have the money we'll be back."

Jo Marchant is author of Decoding the Heavens, a book about the Antikythera mechanism. Her next book, The Shadow King, will be published in June

Durant toute l'Antiquité

les sommets de la science
égalent
les sommets des arts



Reine Nefertiti
Pergamon Museum Berlin

05.B.5
Le palimpseste d'Archimède

Palimpseste

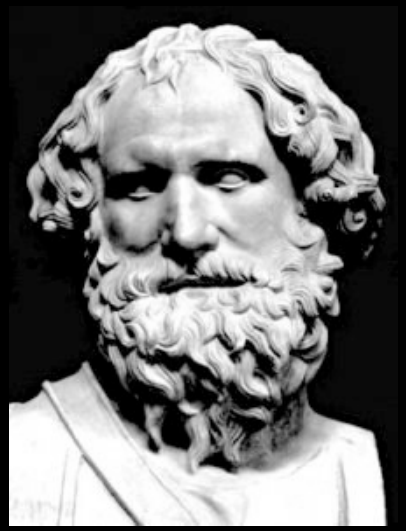
Définition du Petit Robert Edition 2004

- **Palimpseste** : n. m. 1823, h. 1542 ; du latin *palimpsestus*, du grec *palimpsestôs*

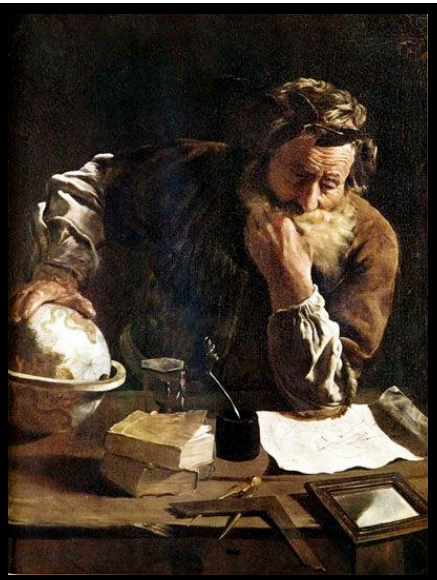
  Parchemin manuscrit dont on a effacé la première écriture pour pouvoir écrire un nouveau texte.

  Fig. « L'immense et compliqué palimpseste de la mémoire » Baudelaire

Gravure d'Archimède
(287 - 212 av. J.-C.)



Buste en marbre d'Archimède
(287 - 212 av. J.-C.)



Archimède 287 - 212 av. J.-C.
par Domenico Fetti, 1620, Musée Alte Meister, Dresden, Allemagne

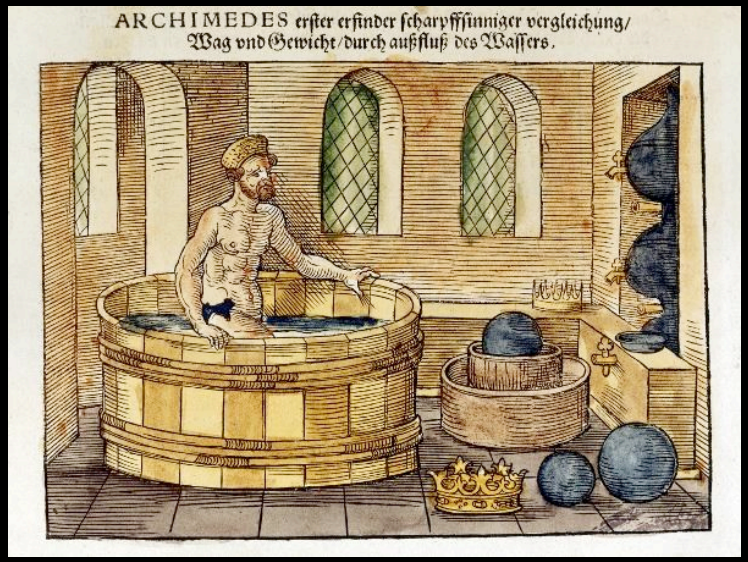
Archimède de Syracuse

Né à Syracuse vers 287 av. J.-C. et mort à Syracuse en 212 av. J.-C., est un grand scientifique de l'Antiquité classique (physicien, mathématicien et ingénieur). Très peu de détails de sa vie nous sont connus. Parmi ses domaines d'étude en physique, on peut citer l'hydrostatique, la mécanique statique et l'explication du principe du levier. Il est crédité de la conception de plusieurs outils innovants, comme la vis d'Archimède.

Archimède est généralement considéré comme le plus grand mathématicien de l'Antiquité et l'un des plus grands de tous les temps. Il a utilisé la méthode d'exhaustion pour calculer l'aire sous un arc de parabole avec la somme d'une série infinie et a donné un encadrement de Pi d'une remarquable précision. Il a également introduit la spirale qui porte son nom, des formules pour les volumes des surfaces de révolution et un système ingénieux pour l'expression de très grands nombres.

Archimède est mort pendant le siège de Syracuse où il a été tué par un soldat romain qui a agi malgré les ordres demandant de ne pas lui nuire.

Mort d'Archimède par un soldat romain



Eureka ou la découverte du Principe d'Archimède

The Archimedes Palimpsest Project

The Walters Art Museum in Baltimore, Maryland, USA

The subject of this project is a manuscript of extraordinary importance to the history of science, the Archimedes Palimpsest. This thirteenth century prayer book contains erased texts that were written several centuries earlier still. These erased texts include two treatises by Archimedes that can be found nowhere else,

The Method and Stomachion.

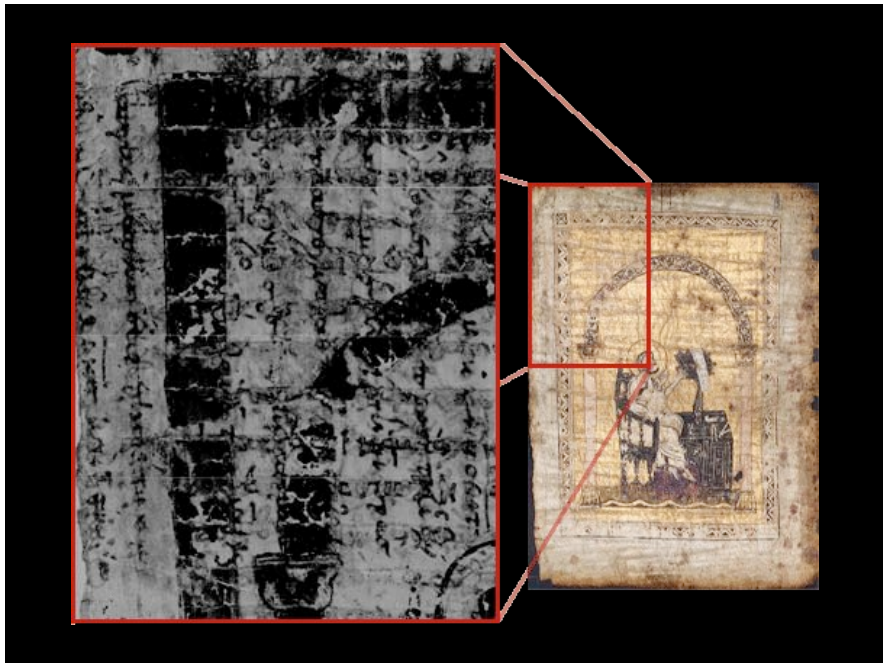
The manuscript sold at auction to a private collector on the 29th October 1998. The owner deposited the manuscript at **The Walters Art Museum** in Baltimore, Maryland, a few months later. Since that date the manuscript has been the subject of conservation, imaging and scholarship, in order to better read the texts. The Archimedes Palimpsest project, as it is called, has shed new light on Archimedes and revealed new texts from the ancient world. These new texts include speeches by an Athenian orator from the fourth century B.C. called Hyperides, and a third century A.D. commentary on Aristotle's Categories.

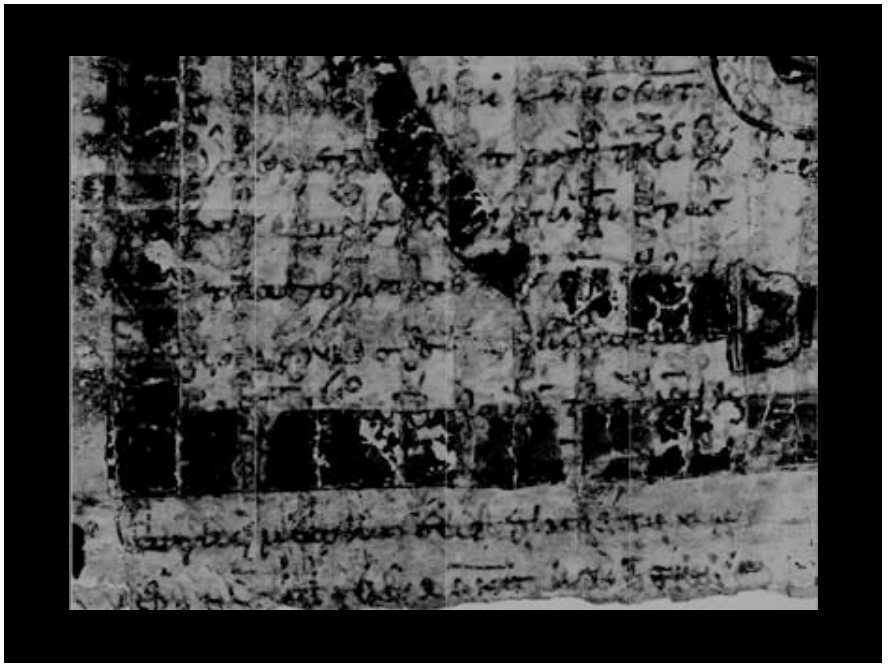
The Archimedes's palimpsest

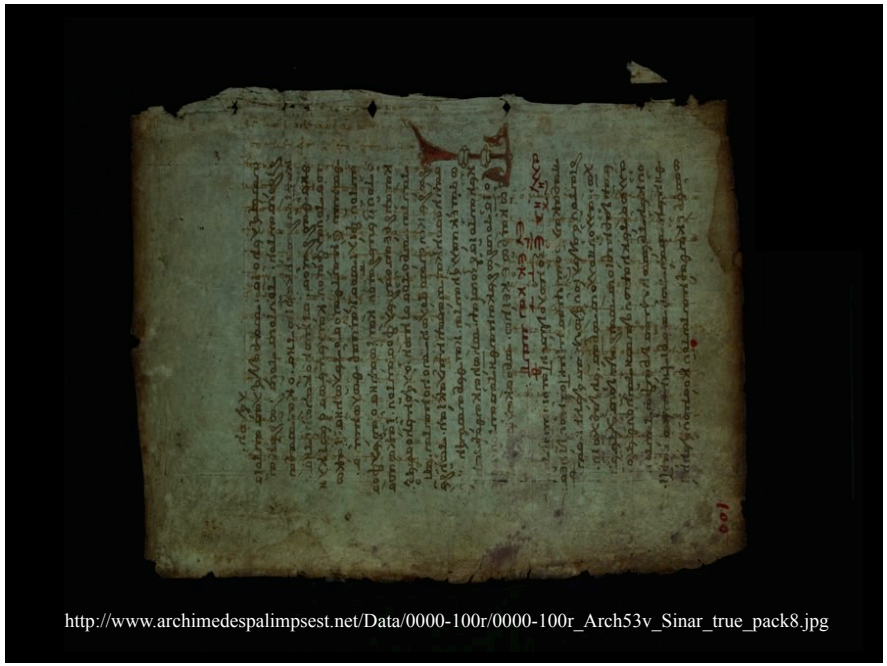
In 1906, Danish classics professor Johan Ludwig Heiberg discovered the lost manuscript and identified the underlying text as unknown writings by Archimedes. Heiberg photographed many of the pages that showed the faint Archimedes text, but missed some important passages and was unable to photograph the parts of the pages beneath the palimpsest bindings. The parchment then fell into the hands of a private collector in France, who altered and damaged parts of the palimpsest. Lost again, it resurfaced at Christie's auction house in 1998 and was purchased by an anonymous donor for $2 million. Since then, the Archimedes Palimpsest has been in the care of The Walters Art Museum in Baltimore, Maryland, where they're conserving, imaging, and deciphering it.

The Archimedes Palimpsest contains seven of the Greek mathematician's treatises. Most importantly, it is the only surviving copy of *On Floating Bodies* in the original Greek, and the unique source for the *Method of Mechanical Theorems* and *Stomachion.*

The Archimedes's palimpsest







http://www.archimedespalimpsest.net/Data/0000-100r/0000-100r_Arch53v_Sinar_true_pack8.jpg

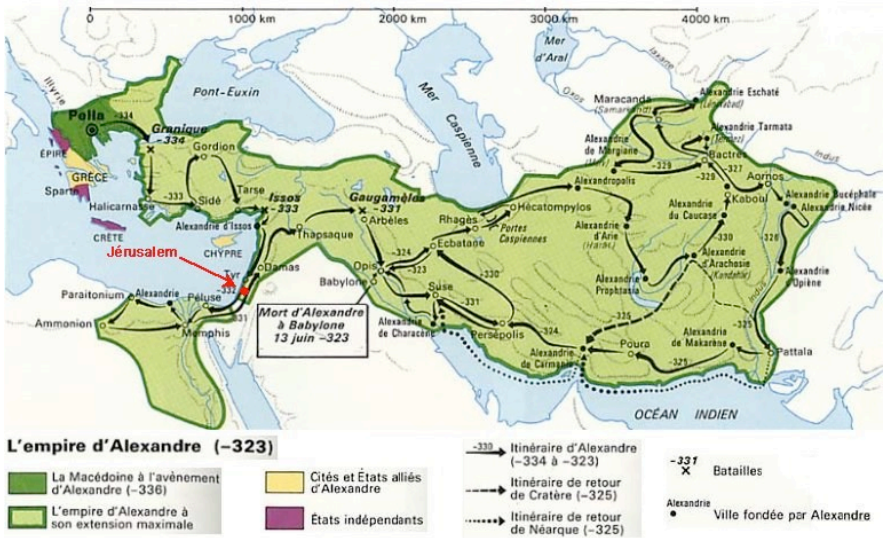
La transmission d'informations scientifiques au cours des siècles s'avère être un processus extrêmement difficile, voire aléatoire…

Alexandre le Grand (-356 à -323)

Alexandre le Grand sur son cheval Bucéphale

Détail de la mosaïque romaine de Pompéi représentant la bataille d'Issos Musée national archéologique Naples

Empire d'Alexandre le Grand



La bibliothèque d'Alexandrie

Ptolémée I[er] *Sôter*,
Musée du Louvre, Paris

- Après la mort d'Alexandre le Grand en - 323, un de ses généraux hérita de l'Égypte en partage. Devenu pharaon sous le nom de Ptolémée I[er] *Sôter*, il s'attacha à faire d'Alexandrie la capitale culturelle du monde hellénistique, avec l'ambition de supplanter Athènes.

- En 288 avant notre ère, à l'instigation de Démétrios de Phalère, tyran d'Athènes de - 317 à - 307, exilé à Alexandrie et disciple d'Aristote, il fit construire un musée (*Museîon*, le « Palais des Muses ») abritant une université, une académie et une bibliothèque (estimée contenir environ 400 000 volumes à ses débuts, et jusqu'à 700 000 au temps de César).
- Située dans le quartier des palais royaux, cette bibliothèque a pour objectif premier de **rassembler dans un même lieu l'ensemble du savoir universel**.

Le destin de la bibliothèque d'Alexandrie

deux certitudes : (i) elle a existé (ii) elle n'existe plus

Il existe plusieurs hypothèses sur la destruction :

- **la guerre civile romaine entre César et Pompée (circa -50)**
- **les conflits de primauté politique et religieuse entre paganisme et christianisme (de +250 à +350)**
- **les conséquences de la conquête arabe (circa 650)**

Les sources fiables sont extrêmement limitées et les positions des historiens diffèrent quant aux interprétations

Le destin de la bibliothèque d'Alexandrie

- La bibliothèque fut incendiée une première fois durant l'entrée de Jules César à Alexandrie (48 av. J.-C.), lequel fait incendier la flotte amarrée dans le port pour empêcher que la flotte de Ptolémée XIV ne prenne la ville à revers, de là l'incendie se propage à la Bibliothèque toute proche et entre 40 000 et 400 000 rouleaux sont détruits. En compensation, Antoine offre à Cléopâtre la bibliothèque de Pergame.
- En 295, les collections sont de nouveau endommagée durant la révolte d'Aemilianus. Puis en 391, le Sérapéion est détruit lors d'une révolte contre Théodose.
- Enfin, en 691, Alexandrie étant tombée aux mains des Arabes selon la légende le général Al-as Amrou ordonne la destruction de tous les livres, qui seront utilisés pour chauffer les bains publics pendant six mois, car « *si tous ces livres sont conformes au Coran, ils sont inutiles, s'ils ne sont pas conformes, ils sont dangereux* ».

Les sources fiables sont extrêmement limitées et les positions des historiens diffèrent quant aux interprétations

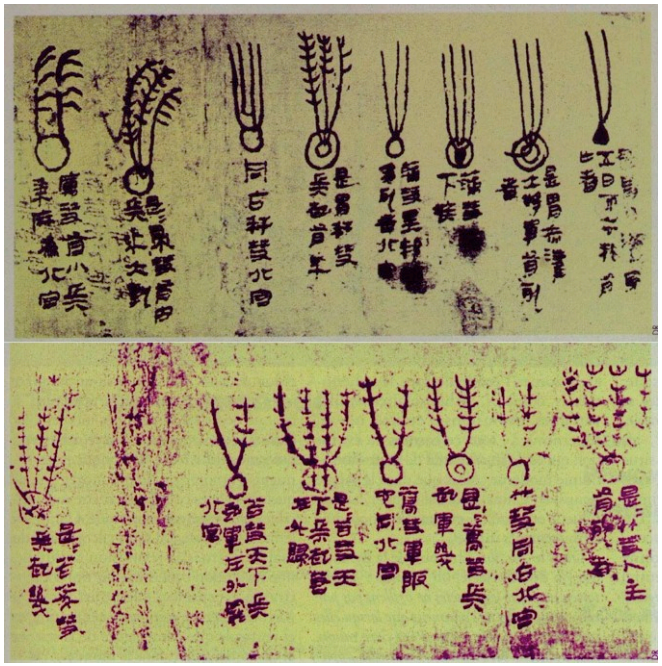
05.B.6

Astronomie chinoise

Le livre des comètes

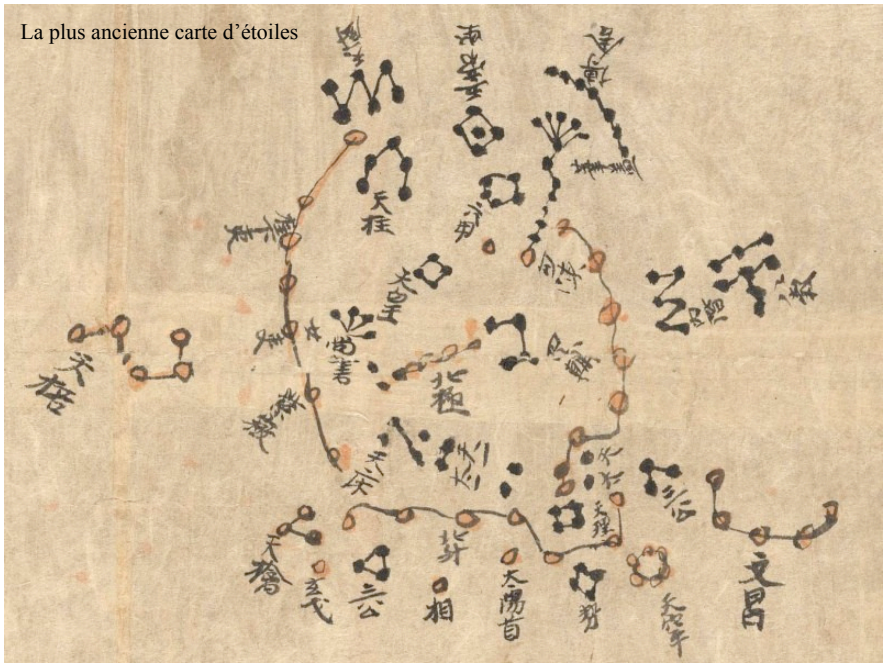
Ce parchemin de soie a été trouvé dans une tombe Han du site archéologique Mawangdui dans la province du Hunan.
C'est un véritable « textbook » qui montre 29 types de comètes (forme de la queue cométaire) et les présages qui leur sont associés.
Ce catalogue a été établi aux environs de l'an 300 av. J.-C.

Image credit: NASA/JPL



L'atlas stellaire de Dunhuang :
la plus ancienne carte d'étoiles connue

http://irfu.cea.fr/Sap/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast.php?t=actu&id_ast=2617



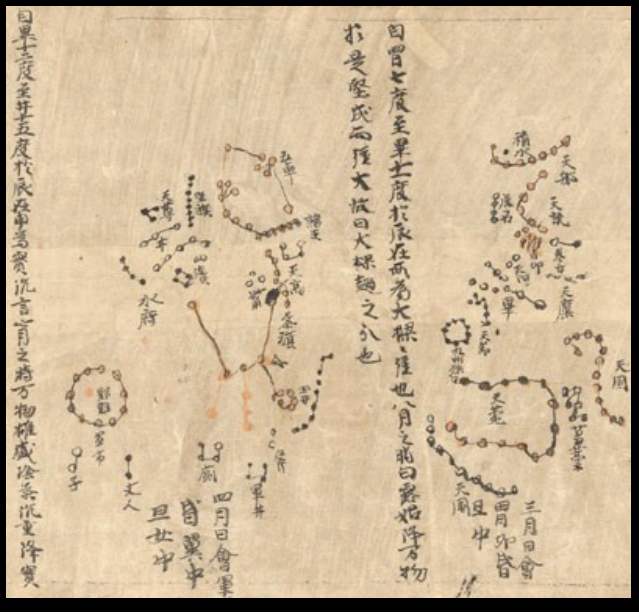
(© British Library)

La plus ancienne carte d'étoiles connue

La redécouverte d'un précieux document chinois de la Route de la Soie

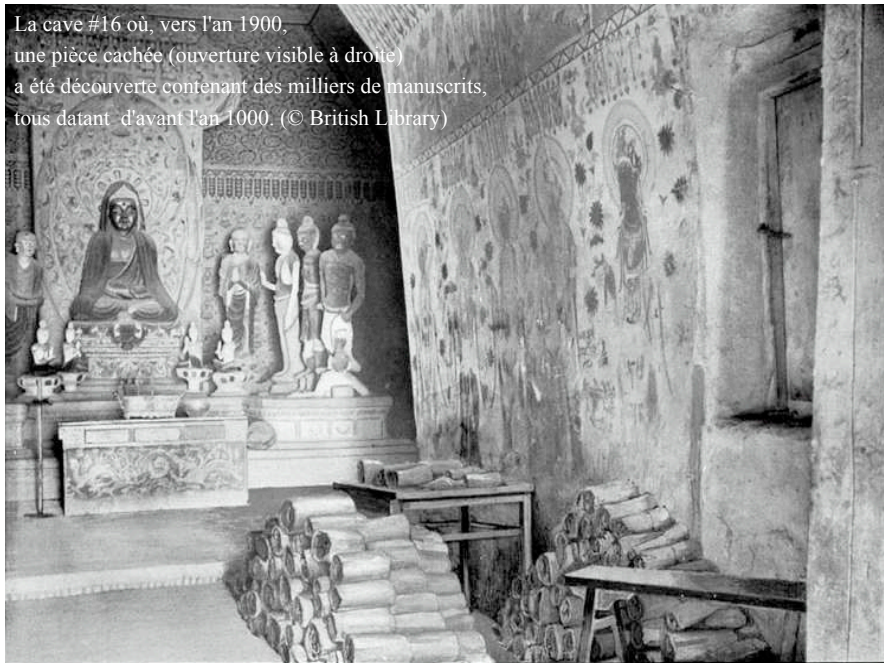
Le document, désigné sous le nom de carte de Dunhuang et conservé à la British Library de Londres, est un atlas céleste complet, découvert en 1900, parmi 40 000 manuscrits précieux entreposés dans les Caves de Mogao, un monastère bouddhique sur la Route de la Soie chinoise. Cachés dans une grotte aux alentours du XIe siècle, ces manuscrits, principalement des textes religieux bouddhiques, ont été miraculeusement préservés grâce au climat très aride. L'étude scientifique détaillée de la carte réalisée par les chercheurs a permis de conclure que l'atlas qui contient plus de 1300 étoiles a été composé dans les années +(649-684). Utilisant des méthodes de projections mathématiques précises, il conserve une précision de 1,5 à 4° pour les étoiles les plus brillantes. C'est la plus ancienne carte d'étoiles connue toutes civilisations confondues et la première représentation graphique de l'ensemble des constellations chinoises.

La constellation d'Orion

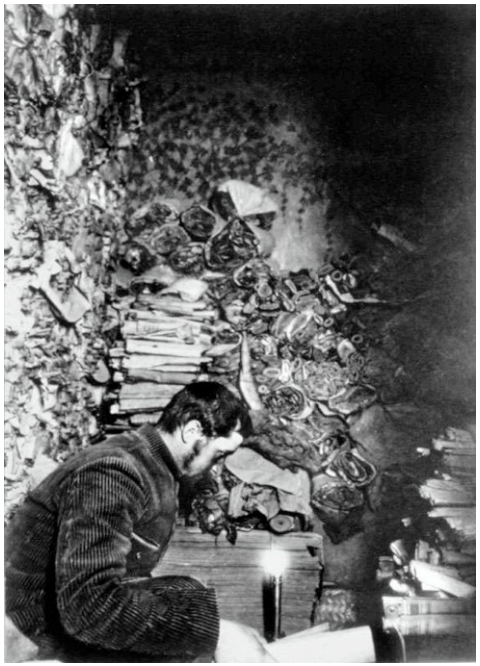


La route de la Soie est une route de commerce légendaire reliant la Chine à l'Europe, déjà utilisée avant l'empire romain. A la fin du XIXe siècle, plusieurs missions d'explorateurs européens ont redécouvert le long de cette route de nombreux centre culturels anciens tels que des monastères bouddhiques souvent décorés de spectaculaires statues et peintures murales. Parmi ces monastères, les grottes de Mogao, aussi appelées grottes des Mille Bouddhas, près de la ville-oasis de Dunhuang (Gansu-Chine). Les grottes sont creusées dans une falaise de 1600 m de long et plus de 480 ont été préservées.

Les Grottes de Mogao, un monastère bouddhique constitué de centaines de grottes creusées dans une falaise de 1600 m de long (© British Library)



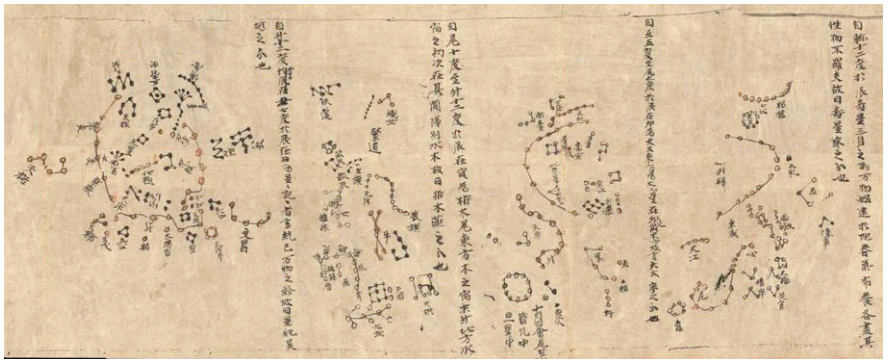
La cave #16 où, vers l'an 1900,
une pièce cachée (ouverture visible à droite)
a été découverte contenant des milliers de manuscrits,
tous datant d'avant l'an 1000. (© British Library)



Le sinologue français Paul Pelliot (1878-1945), un des explorateurs qui pénétra dans la cache peu après sa découverte. (© British Library)

Les grottes des Mille Buddhas

- Le site a été créé vers l'an +360 et abandonné à la fin de la période mongole. Aux environs de l'an +1000, une des grottes fut apparemment scellée pour sauvegarder une collection de plus de 40 000 précieux manuscrit et documents imprimés avec, parmi eux, le plus ancien livre imprimé du monde. La cave murée fut redécouverte par hasard et ouverte quelques années seulement avant l'arrivée en 1907 de l'archéologue hongrois naturalisé anglais, Aurel Stein. Celui-ci a donc été le premier européen à voir le contenu de la grotte.
- Le climat très aride de la région a contribué à l'excellente conservation de ces manuscrits écrits sur papier chinois en de multiples langues. La plupart des textes sont des écrits religieux sur le bouddhisme mais quelques uns concernent aussi la médecine, la divination et l'astronomie. Parmi eux, un rouleau de papier très fin, aujourd'hui connue sous le nom de la carte céleste de Dunhuang, qui fut emportée par Stein avec 7000 autres documents et expédiée au British Museum de Londres. Bien que cataloguée dans les règles, la carte d'étoiles fut relativement oubliée bien que son importance ait été notée vers 1955 par le célèbre sinologue Joseph Needham. A part de courtes descriptions publiées en Chine sur la base d'études de fac-similés, aucune analyse complète n'avait encore été effectuée jusqu'ici.



Une fraction de la carte de Dunhuang montrant trois sections du ciel le long de l'équateur suivies de la région circumpolaire (à gauche) (© British Library).

Un atlas complet du ciel

- L'étude scientifique a été initiée à l'occasion de l'exposition de la carte à la British Library en 2004.

- Le document est un rouleau de papier chinois très fin d'une longueur totale de 394 cm et de 25 cm de hauteur, écrit sur une seule face. Le début du rouleau est manquant et le document est divisé en deux parties différentes. La première section est un texte de divination par les nuages contenant les dessins de différents nuages. Elle est suivie par la carte céleste constituée de douze panneaux rectangulaires le long de l'équateur céleste terminée par une carte circulaire de la région du pole Nord. Un total de plus de 1300 étoiles est distribué en 257 astérismes différents, les constellations chinoises selon la tradition chinoise très ancienne décrite dans des catalogues d'étoiles antiques. En particulier, les étoiles sont réparties en trois groupes de couleurs différentes pour distinguer les trois catalogues anciens élaborés durant la période des Royaumes Combattants (–476 à –221). Le document est dessiné très soigneusement à la main, avec le nom indiqué pour la plupart des constellations.

Un document astronomique du début de la dynastie des Tang

- La datation de la carte a été une véritable enquête policière. Le début du rouleau étant manquant, le titre et le nom de l'auteur ne sont pas disponibles. Mais dans la première partie du rouleau dédiée à l'étude des nuages, une mention très claire est faite au nom de Li Chunfeng (+602-670), un astronome et mathématicien extrêmement célèbre de cette époque qui pourrait donc être l'auteur. Cette même époque est également corroborée approximativement par la position du pôle Nord sur la carte circulaire des régions circumpolaires. La preuve finale a été fournie par une particularité étonnante de la langue chinoise ancienne, les caractères « tabous ». Durant le règne d'un empereur chinois, par respect, les caractères qui composaient le nom de l'empereur ne pouvaient être employés dans les textes officiels. On utilisait alors une forme légèrement différente, en changeant par exemple un trait du caractère. Ces caractères modifiés qui étaient connus sous le nom de caractères « tabous » marquent donc une époque très précise de règne. Grâce à eux, il est possible de savoir que le document a été produit après le règne de l'empereur Taizong (+649) et avant celui de Ruizong (+684).

Une connaissance approfondie des projections géométriques

- Une étude numérique de l'atlas a fourni des résultats importants. L'atlas n'est pas un simple relevé approximatif fait à la main mais a été établi suivant des règles précises de projection. Les projections utilisées ont été une projection cylindrique pure ou de Mercator pour les cartes rectangulaires et une projection azimutale-équidistante ou stéréographique pour la carte circulaire.

- De telles projections sont exactement similaires à celles utilisées aujourd'hui pour produire les cartes modernes mais elles n'ont été introduites en Europe occidentale qu'autour du XVIe siècle par des géographes comme Mercator, plusieurs siècles après leur usage en Chine.

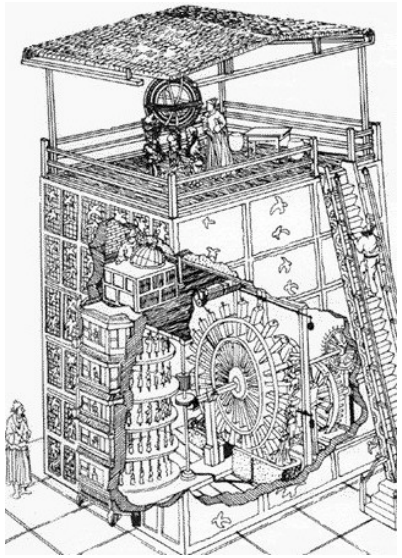
La plus ancienne carte d'étoiles

- La carte céleste de Dunhuang est la plus ancienne carte d'étoiles existante. D'autres cartes ont peut-être été produites par des astronomes anciens comme le grec Ptolémée (+83-161) ou le chinois Chen Zhuo (+220-280) mais aucune trace ne subsiste de ces tentatives. D'autres découvertes archéologiques anciennes sont souvent qualifiées de cartes, comme le zodiaque de Dendérah actuellement au Louvre daté de l'an – 50 ou le globe de Farnèse (+150). Mais dans les deux cas, il s'agit seulement de dessins des personnages de constellations sans indication des positions des étoiles. En dehors de la Chine, les premières cartes célestes ont été l'œuvre de l'astronome persan Al-Sufi (+986) qui montre la position des étoiles qui composent les constellations mais ne fournit pas la position relative sur l'ensemble du ciel. En Europe occidentale, c'est sur un document plus tardif, le manuscrit de Vienne (+1440) que l'on trouve pour la première fois les positions des étoiles sur l'ensemble du ciel.
- L'atlas de Dunhuang, qui décrit l'ensemble du ciel boréal, précède donc tous ces travaux de plusieurs siècles. Il révèle aussi le remarquable niveau de la science chinoise dans l'usage des projections mathématiques.

Gnomon géant de Gaocheng construit en 1276

Horloge à eau de Kai Feng

- Une tradition d'horloges à eau existait en Chine depuis 200 av. J.C.
- La machine (maquette ci-contre) fut construite par Su-song en 1092 et se trouvait dans les étages supérieurs du palais impérial de Khaifeng (1092-1126). En 1126 elle fut démontée par les Tartares et emportée à Pékin. Elle était constituée par :
- (i) une tour de bois de 3 étages de 3m chacun,
- (ii) en bas, la roue d'échappement et la transmission du mouvement,
- (ii) En haut, une sphère armillaire et un globe céleste avec 1280 étoiles, Soleil, Lune, planètes placées manuellement. On dit que "les observations du ciel coïncidaient parfaitement avec celles de la machine ».



Horloge à eau de Kai Feng

- Une tradition d'horloges à eau existait en Chine depuis 200 av. J.C.
- La machine (dessin ci-contre) fut construite par Su-song en 1092 et se trouvait dans les étages supérieurs du palais impérial de Khaifeng (1092-1126). En 1126 elle fut démontée par les Tartares et emportée à Pékin. Elle était constituée par :
- (i) une tour de bois de 3 étages de 3m chacun,
- (ii) en bas, la roue d'échappement et la transmission du mouvement,
- (ii) En haut, une sphère armillaire et un globe céleste avec 1280 étoiles, Soleil, Lune, planètes placées manuellement. On dit que "les observations du ciel coïncidaient parfaitement avec celles de la machine ».

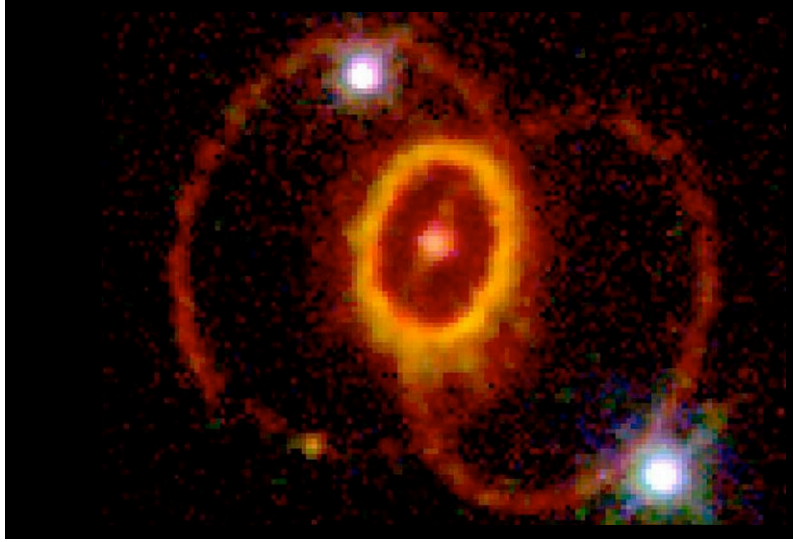
la supernova SN 1987A

dans le Grand Nuage de Magellan

après avant

la supernova SN 1987A

dans le Grand Nuage de Magellan, observée en 1994 par HST

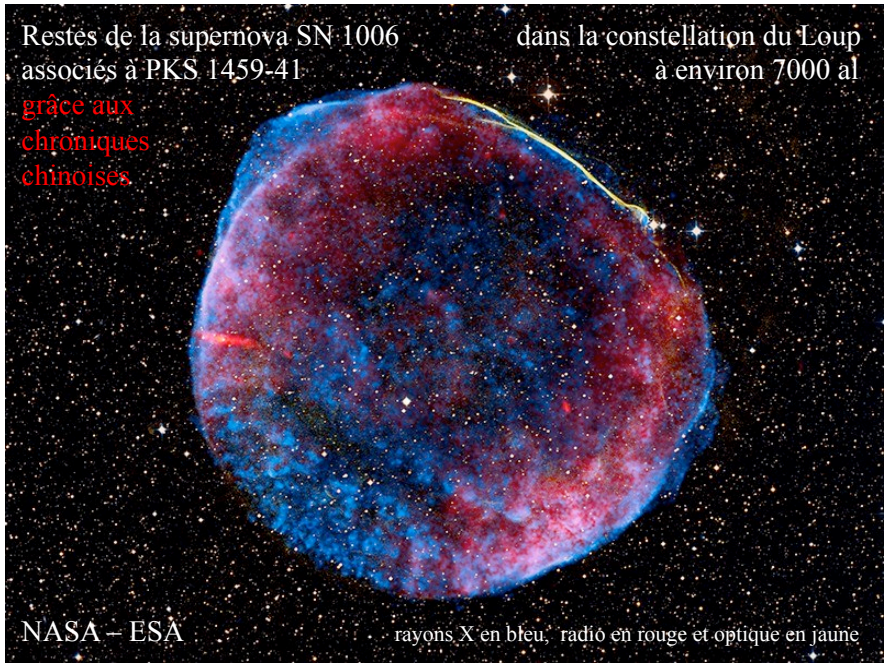


la supernova SN 1987A

dans le Grand Nuage de Magellan, observée en 2007 par Chandra (X-ray)

Restes de la supernova SN 1006
associés à PKS 1459-41
grâce aux
chroniques
chinoises

dans la constellation du Loup
à environ 7000 al

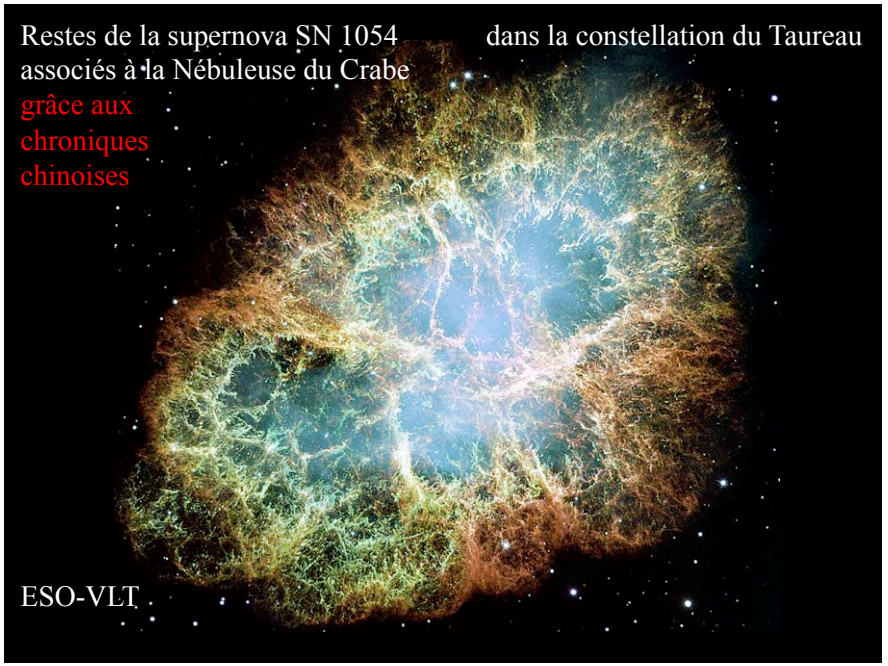


NASA – ESA

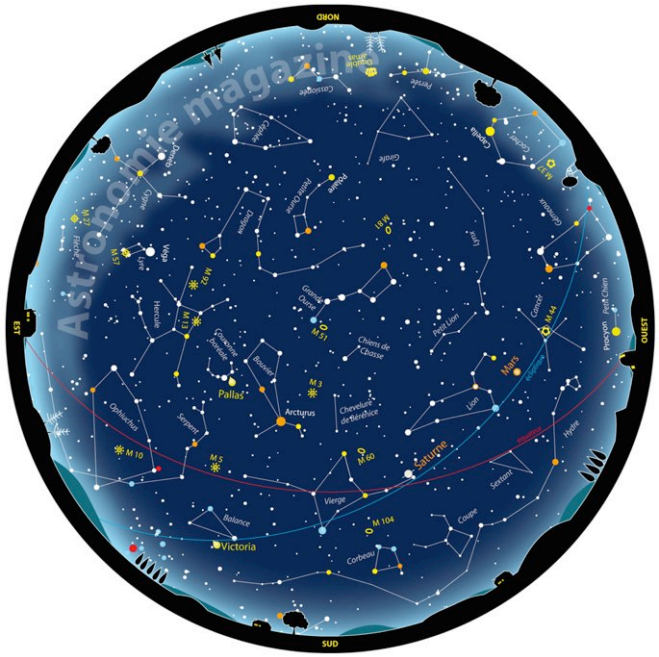
rayons X en bleu, radio en rouge et optique en jaune

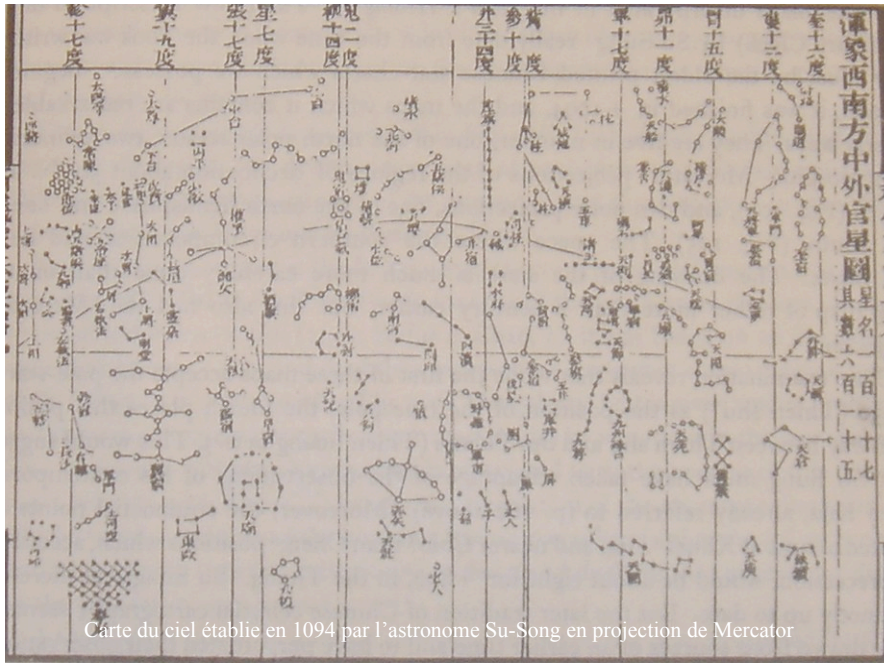
Restes de la supernova SN 1054
associés à la Nébuleuse du Crabe
grâce aux
chroniques
chinoises

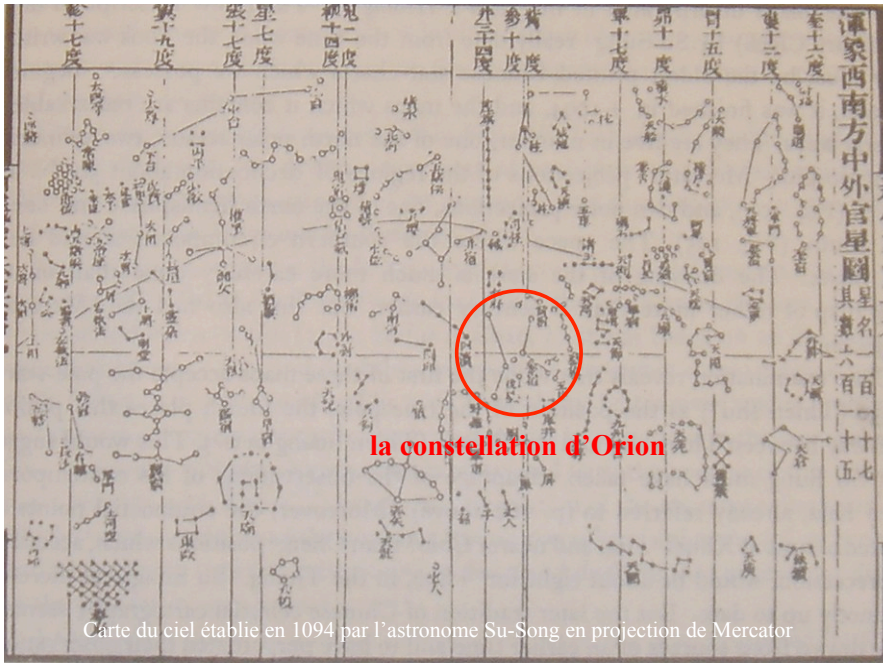
dans la constellation du Taureau



ESO-VLT



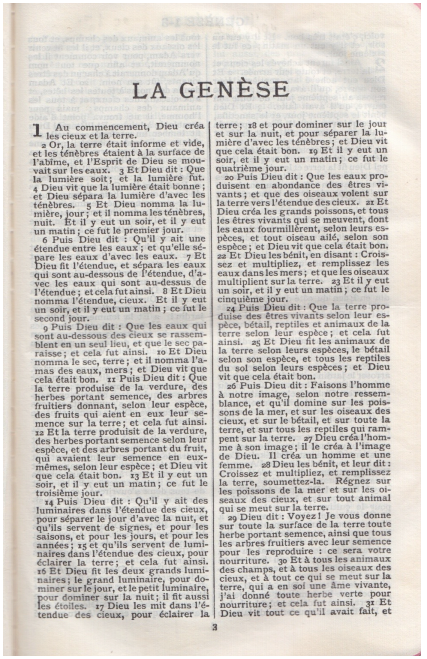

Carte du ciel établie en 1094 par l'astronome Su-Song en projection de Mercator



Carte du ciel établie en 1094 par l'astronome Su-Song en projection de Mercator

05.B.7

La double cosmogonie dans le livre biblique de la Genèse



LA GENÈSE

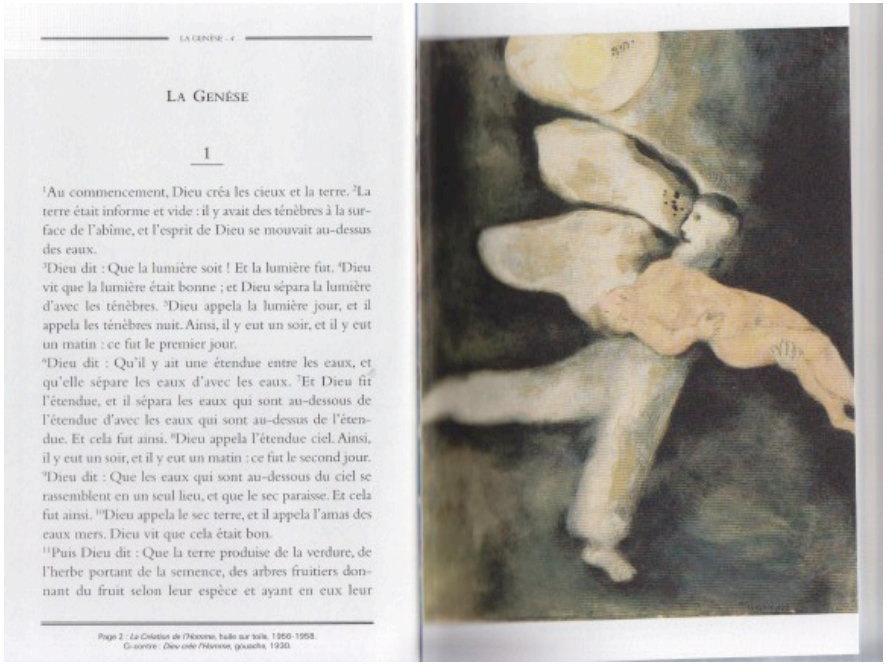
1 Au commencement, Dieu créa les cieux et la terre.
2 Or, la terre était informe et vide, et les ténèbres étaient à la surface de l'abîme, et l'Esprit de Dieu se mouvait sur les eaux. 3 Et Dieu dit : Que la lumière soit; et la lumière fut. 4 Dieu vit que la lumière était bonne; et Dieu sépara la lumière d'avec les ténèbres. 5 Et Dieu nomma la lumière, jour; et il nomma les ténèbres, nuit. Et il y eut un soir, et il y eut un matin; ce fut le premier jour.
6 Puis Dieu dit : Qu'il y ait une étendue entre les eaux; et qu'elle sépare les eaux d'avec les eaux. 7 Et Dieu fit l'étendue, et sépara les eaux qui sont au-dessous de l'étendue, d'avec les eaux qui sont au-dessus de l'étendue; et cela fut ainsi. 8 Et Dieu nomma l'étendue, cieux. Et il y eut un soir, et il y eut un matin; ce fut le second jour.
9 Puis Dieu dit : Que les eaux qui sont au-dessous des cieux se rassemblent en un seul lieu, et que le sec paraisse; et cela fut ainsi. 10 Et Dieu nomma le sec, terre; et il nomma l'amas des eaux, mers; et Dieu vit que cela était bon. 11 Puis Dieu dit : Que la terre produise de la verdure, des herbes portant semence, des arbres fruitiers donnant, selon leur espèce, des fruits qui aient en eux leur semence sur la terre; et cela fut ainsi. 12 Et la terre produisit de la verdure, des herbes portant semence selon leur espèce, et des arbres portant du fruit, qui avaient leur semence en eux-mêmes, selon leur espèce; et Dieu vit que cela était bon. 13 Et il y eut un soir, et il y eut un matin; ce fut le troisième jour.
14 Puis Dieu dit : Qu'il y ait des luminaires dans l'étendue des cieux, pour séparer le jour d'avec la nuit, et qu'ils servent de signes, et pour les saisons, et pour les jours, et pour les années; 15 et qu'ils servent de luminaires dans l'étendue des cieux, pour éclairer la terre; et cela fut ainsi. 16 Et Dieu fit les deux grands luminaires; le grand luminaire, pour dominer sur le jour, et le petit luminaire, pour dominer sur la nuit; il fit aussi les étoiles. 17 Dieu les mit dans l'étendue des cieux, pour éclairer la terre; 18 et pour dominer sur le jour et sur la nuit, et pour séparer la lumière d'avec les ténèbres; et Dieu vit que cela était bon. 19 Et il y eut un soir, et il y eut un matin; ce fut le quatrième jour.
20 Puis Dieu dit : Que les eaux produisent en abondance des êtres vivants; et que des oiseaux volent sur la terre vers l'étendue des cieux. 21 Et Dieu créa les grands poissons, et tous les êtres vivants qui se meuvent, dont les eaux fourmillèrent, selon leurs espèces, et tout oiseau ailé, selon son espèce; et Dieu vit que cela était bon. 22 Et Dieu les bénit, en disant : Croissez et multipliez, et remplissez les eaux dans les mers; et que les oiseaux multiplient sur la terre. 23 Et il y eut un soir, et il y eut un matin; ce fut le cinquième jour.
24 Puis Dieu dit : Que la terre produise des êtres vivants selon leur espèce, bétail, reptiles et animaux de la terre selon leur espèce; et cela fut ainsi. 25 Et Dieu fit les animaux de la terre selon leurs espèces, le bétail selon son espèce, et tous les reptiles du sol selon leurs espèces; et Dieu vit que cela était bon.
26 Puis Dieu dit : Faisons l'homme à notre image, selon notre ressemblance, et qu'il domine sur les poissons de la mer, et sur les oiseaux des cieux, et sur le bétail, et sur toute la terre, et sur tous les reptiles qui rampent sur la terre. 27 Dieu créa l'homme à son image; il le créa à l'image de Dieu. Il créa un homme et une femme. 28 Dieu les bénit, et leur dit : Croissez et multipliez, et remplissez la terre, soumettez-la. Régnez sur les poissons de la mer et sur les oiseaux des cieux, et sur tout animal qui se meut sur la terre.
29 Dieu dit : Voyez! Je vous donne sur toute la surface de la terre toute herbe portant semence, ainsi que tous les arbres fruitiers avec leur semence pour les reproduire : ce sera votre nourriture. 30 Et à tous les animaux des champs, et à tous les oiseaux des cieux, et à tout ce qui se meut sur la terre, qui a en soi une âme vivante, j'ai donné toute herbe verte pour nourriture; et cela fut ainsi. 31 Et Dieu vit tout ce qu'il avait fait, et

3

GENÈSE 1-3

voici, c'était très bon. Et il y eut un soir, et il y eut un matin; ce fut le sixième jour.
2 Ainsi furent achevés les cieux et la terre, et toute leur armée. 2 Et Dieu eut achevé au septième jour son œuvre, qu'il avait faite; et il se reposa au septième jour de toute son œuvre, qu'il avait faite. 3 Et Dieu bénit le septième jour, et le sanctifia, parce qu'en ce jour-là il se reposa de toute son œuvre, qu'il avait créée et achevée.
4 Telle est l'histoire de la création des cieux et de la terre. Lorsque l'Eternel Dieu fit la terre et les cieux, 5 il n'y avait encore sur la terre, dans les champs aucun arbuste; aucune herbe des champs n'y germait encore. En effet, l'Eternel Dieu n'avait pas fait pleuvoir sur la terre, et il n'y avait pas d'homme pour cultiver le sol; 6 mais une vapeur montait de la terre, et arrosait toute la surface du sol. 7 Alors l'Eternel Dieu forma l'homme de la poussière de la terre, et souffla dans ses narines une respiration de vie; et l'homme devint une âme vivante.
8 Puis l'Eternel Dieu planta un jardin en Eden du côté de l'Orient, et y mit l'homme qu'il avait formé. 9 Et l'Eternel Dieu fit germer du sol toute sorte d'arbres agréables à la vue, et dont le fruit était bon à manger, et l'arbre de vie au milieu du jardin, et l'arbre de la connaissance du bien et du mal.
10 Et un fleuve sortait d'Eden pour arroser le jardin; et de là il se divisait et formait quatre bras. 11 Le nom du premier est Pishon; c'est celui qui entoure le pays de Havila, où se trouve l'or. 12 Et l'or de ce pays est bon; là se trouvent le bdellium, et la pierre d'onyx. 13 Le nom du second fleuve est Guihon; c'est celui qui entoure tout le pays de Cush. 14 Le nom du troisième fleuve est Hiddékel; c'est celui qui coule à l'orient de l'Assyrie. Et le quatrième fleuve, c'est l'Euphrate.
15 L'Eternel Dieu prit donc l'homme et le plaça dans le jardin d'Eden, pour le cultiver et pour le garder. 16 Et l'Eternel Dieu commanda à l'homme, en disant : Tu peux manger librement de tout arbre du jardin. 17 Mais, quant à l'arbre de la connaissance du bien et du mal, tu n'en mangeras point; car au jour où tu en mangeras, certainement tu mourras.
18 Puis l'Eternel Dieu dit : Il n'est pas bon que l'homme soit seul; je lui donnerai une aide semblable à lui. 19 Et l'Eternel Dieu forma de la terre tous les animaux des champs, et tous les oiseaux des cieux, et il les fit venir vers Adam, pour voir comment il les nommerait, et afin que tout nom qu'Adam donnerait à chacun des êtres vivants, fût son nom. 20 Et Adam donna des noms à toutes les bêtes, et aux oiseaux des cieux, et à tous les animaux des champs; mais pour l'homme, il ne trouva point d'aide semblable à lui. 21 Et l'Eternel Dieu fit tomber un profond sommeil sur Adam, qui s'endormit; et il prit une de ses côtes, et resserra la chair à sa place. 22 Et l'Eternel Dieu forma une femme de la côte qu'il avait prise d'Adam, et la fit venir vers Adam. 23 Et Adam dit : Celle-ci enfin est os de mes os, et chair de ma chair. Celle-ci sera nommée femme, car elle a été prise de l'homme. 24 C'est pourquoi l'homme laissera son père et sa mère, et s'attachera à sa femme, et ils seront une seule chair.
25 Or, Adam et sa femme étaient tous deux nus, et ils n'en avaient point honte.
3 Or, le serpent était le plus rusé de tous les animaux des champs, que l'Eternel Dieu avait faits; et il dit à la femme : Quoi! Dieu aurait-il dit : Vous ne mangerez d'aucun arbre du jardin! 2 Et la femme répondit au serpent : Nous mangeons du fruit des arbres du jardin; 3 mais quant au fruit de l'arbre qui est au milieu du jardin, Dieu a dit : Vous n'en mangerez point, et vous n'y toucherez point, de peur que vous ne mouriez. 4 Alors le serpent dit à la femme : Vous ne mourrez nullement; 5 mais Dieu sait qu'au jour où vous en mangerez, vos yeux s'ouvriront, et vous serez comme Dieu, connaissant le bien et le mal.
6 Et la femme vit que le fruit de l'arbre était bon à manger, qu'il était agréable à la vue, et que l'arbre était désirable pour rendre intelligent; et elle prit de son fruit et en mangea, et en donna aussi à son mari auprès d'elle, et il en mangea. 7 Et les yeux de tous deux s'ouvrirent; et ils connurent qu'ils étaient nus; et ils cousirent des feuilles de figuier, et se firent des ceintures. 8 Et ils entendirent la voix de l'Eternel Dieu, passant dans le jardin, vers le soir. Et Adam et sa femme se cachèrent de devant la face de l'Eternel Dieu, au milieu des arbres du jardin.
9 Et l'Eternel Dieu appela Adam, et lui dit : Où es-tu? 10 Et il répondit : J'ai entendu ta voix dans le jardin, et j'ai craint, parce que je suis nu; et je me suis caché. 11 Et Dieu dit : Qui t'a montré que tu es nu? As-tu mangé

4



LA GENÈSE : 1

LA GENÈSE

1

[1]Au commencement, Dieu créa les cieux et la terre. [2]La terre était informe et vide : il y avait des ténèbres à la surface de l'abîme, et l'esprit de Dieu se mouvait au-dessus des eaux.
[3]Dieu dit : Que la lumière soit ! Et la lumière fut. [4]Dieu vit que la lumière était bonne ; et Dieu sépara la lumière d'avec les ténèbres. [5]Dieu appela la lumière jour, et il appela les ténèbres nuit. Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin : ce fut le premier jour.
[6]Dieu dit : Qu'il y ait une étendue entre les eaux, et qu'elle sépare les eaux d'avec les eaux. [7]Et Dieu fit l'étendue, et il sépara les eaux qui sont au-dessous de l'étendue d'avec les eaux qui sont au-dessus de l'étendue. Et cela fut ainsi. [8]Dieu appela l'étendue ciel. Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin : ce fut le second jour.
[9]Dieu dit : Que les eaux qui sont au-dessous du ciel se rassemblent en un seul lieu, et que le sec paraisse. Et cela fut ainsi. [10]Dieu appela le sec terre, et il appela l'amas des eaux mers. Dieu vit que cela était bon.
[11]Puis Dieu dit : Que la terre produise de la verdure, de l'herbe portant de la semence, des arbres fruitiers donnant du fruit selon leur espèce et ayant en eux leur

Page 2 : *La Création de l'Homme*, huile sur toile, 1950-1958.
Ci-contre : *Dieu crée l'Homme*, gouache, 1930.

semence sur la terre. Et cela fut ainsi. 12La terre produisit de la verdure, de l'herbe portant de la semence selon son espèce, et des arbres donnant du fruit et ayant en eux leur semence selon leur espèce. Dieu vit que cela était bon. 13Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin : ce fut le troisième jour.

14Dieu dit : Qu'il y ait des luminaires dans l'étendue du ciel, pour séparer le jour d'avec la nuit ; que ce soient des signes pour marquer les époques, les jours et les années ; 15et qu'ils servent de luminaires dans l'étendue du ciel, pour éclairer la terre. Et cela fut ainsi. 16Dieu fit les deux grands luminaires, le plus grand luminaire pour présider au jour, et le plus petit luminaire pour présider à la nuit ; il fit aussi les étoiles. 17Dieu les plaça dans l'étendue du ciel, pour éclairer la terre, 18pour présider au jour et à la nuit, et pour séparer la lumière d'avec les ténèbres. Dieu vit que cela était bon. 19Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin : ce fut le quatrième jour.

20Dieu dit : Que les eaux produisent en abondance des animaux vivants, et que des oiseaux volent sur la terre vers l'étendue du ciel. 21Dieu créa les grands poissons et tous les animaux vivants qui se meuvent, et que les eaux produisirent en abondance selon leur espèce ; il créa aussi tout oiseau ailé selon son espèce. Dieu vit que cela était bon. 22Dieu les bénit, en disant : Soyez féconds, multipliez, et remplissez les eaux des mers ; et que les

oiseaux multiplient sur la terre. 23Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin : ce fut le cinquième jour.

24Dieu dit : Que la terre produise des animaux vivants selon leur espèce, du bétail, des reptiles et des animaux terrestres, selon leur espèce. Et cela fut ainsi. 25Dieu fit les animaux de la terre selon leur espèce, le bétail selon son espèce, et tous les reptiles de la terre selon leur espèce. Dieu vit que cela était bon.

26Puis Dieu dit : Faisons l'homme à notre image, selon notre ressemblance, et qu'il domine sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel, sur le bétail, sur toute la terre, et sur tous les reptiles qui rampent sur la terre.

27Dieu créa l'homme à son image, il le créa à l'image de Dieu, il créa l'homme et la femme.

28Dieu les bénit, et Dieu leur dit : Soyez féconds, multipliez, remplissez la terre, et l'assujettissez ; et dominez sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel, et sur tout animal qui se meut sur la terre. 29Et Dieu dit : Voici, je vous donne toute herbe portant de la semence et qui est à la surface de toute la terre, et tout arbre ayant en lui du fruit d'arbre et portant de la semence : ce sera votre nourriture. 30Et à tout animal de la terre, à tout oiseau du ciel, et à tout ce qui se meut sur la terre, ayant en soi un souffle de vie, je donne toute herbe verte pour nourriture. Et cela fut ainsi. 31Dieu vit tout ce qu'il avait fait et voici, cela était très bon. Ainsi, il y eut un soir, et il y eut un matin : ce fut le sixième jour.

Double page suivante : *Le Paradis*, pastel, encre de Chine et lavis de gouache sur papier blanc, 1961.

2

1Ainsi furent achevés les cieux et la terre, et toute leur armée. 2Dieu acheva au septième jour son œuvre, qu'il avait faite : et il se reposa au septième jour de toute son œuvre, qu'il avait faite. 3Dieu bénit le septième jour, et il le sanctifia, parce qu'en ce jour il se reposa de toute son œuvre qu'il avait créée en la faisant. 4Voici les origines des cieux et de la terre, quand ils furent créés.

5Lorsque l'Éternel Dieu fit une terre et des cieux, aucun arbuste des champs n'était encore sur la terre, et aucune herbe des champs ne germait encore : car l'Éternel Dieu n'avait pas fait pleuvoir sur la terre, et il n'y avait point d'homme pour cultiver le sol. 6Mais une vapeur s'éleva de la terre, et arrosa toute la surface du sol. 7L'Éternel Dieu forma l'homme de la poussière de la terre, il souffla dans ses narines un souffle de vie et l'homme devint un être vivant.

8Puis l'Éternel Dieu planta un jardin en Éden, du côté de l'orient, et il y mit l'homme qu'il avait formé. 9L'Éternel Dieu fit pousser du sol des arbres de toute espèce, agréables à voir et bons à manger, et l'arbre de la vie au milieu du jardin, et l'arbre de la connaissance du bien et du mal. 10Un fleuve sortait d'Éden pour arroser le jardin, et de là il se divisait en quatre bras. 11Le nom du premier est Pischon ; c'est celui qui entoure tout le pays

Le Paradis, gouache, aquarelle, encre et pastel sur papier crème, 1964.

de Havila, où se trouve l'or. 12L'or de ce pays est pur ; on y trouve aussi le bdellium et la pierre d'onyx. 13Le nom du second fleuve est Guihon ; c'est celui qui entoure tout le pays de Cusch. 14Le nom du troisième est Hiddékel ; c'est celui qui coule à l'orient de l'Assyrie. Le quatrième fleuve, c'est l'Euphrate. 15L'Éternel Dieu prit l'homme, et le plaça dans le jardin d'Éden pour le cultiver et pour le garder. 16L'Éternel Dieu donna cet ordre à l'homme : Tu pourras manger de tous les arbres du jardin ; 17mais tu ne mangeras pas de l'arbre de la connaissance du bien et du mal, car le jour où tu en mangeras, tu mourras.

18L'Éternel Dieu dit : Il n'est pas bon que l'homme soit seul ; je lui ferai une aide semblable à lui. 19L'Éternel Dieu forma de la terre tous les animaux des champs et tous les oiseaux du ciel, et il les fit venir vers l'homme, pour voir comment il les appellerait, et afin que tout être vivant portât le nom que lui donnerait l'homme. 20Et l'homme donna des noms à tout le bétail, aux oiseaux du ciel et à tous les animaux des champs ; mais, pour l'homme, il ne trouva point d'aide semblable à lui. 21Alors l'Éternel Dieu fit tomber un profond sommeil sur l'homme, qui s'endormit ; il prit une de ses côtes, et referma la chair à sa place. 22L'Éternel Dieu forma une femme de la côte qu'il avait prise de l'homme, et il l'amena vers l'homme.

Création d'Ève, gouache, 1931.

23Et l'homme dit :Voici cette fois celle qui est os de mes os et chair de ma chair ! on l'appellera femme, parce qu'elle a été prise de l'homme.

24C'est pourquoi l'homme quittera son père et sa mère, et s'attachera à sa femme, et ils deviendront une seule chair.

25L'homme et sa femme étaient tous deux nus, et ils n'en avaient point honte.

3

1Le serpent était le plus rusé de tous les animaux des champs, que l'Éternel Dieu avait faits. Il dit à la femme : Dieu a-t-il réellement dit :Vous ne mangerez pas de tous les arbres du jardin ? 2La femme répondit au serpent : Nous mangeons du fruit des arbres du jardin. 3Mais quant au fruit de l'arbre qui est au milieu du jardin, Dieu a dit :Vous n'en mangerez point et vous n'y toucherez point, de peur que vous ne mouriez. 4Alors le serpent dit à la femme :Vous ne mourrez point ; 5mais Dieu sait que, le jour où vous en mangerez, vos yeux s'ouvriront, et que vous serez comme des dieux, connaissant le bien et le mal. 6La femme vit que l'arbre était bon à manger et agréable à la vue, et qu'il était précieux pour ouvrir l'intelligence ; elle prit de son fruit, et en mangea ; elle en donna aussi à son mari, qui était auprès d'elle, et il en

mangea. 7Les yeux de l'un et de l'autre s'ouvrirent, ils connurent qu'ils étaient nus, et ayant cousu des feuilles de figuier, ils s'en firent des ceintures.

8Alors ils entendirent la voix de l'Éternel Dieu, qui parcourait le jardin vers le soir, et l'homme et sa femme se cachèrent loin de la face de l'Éternel Dieu, au milieu des arbres du jardin. 9Mais l'Éternel Dieu appela l'homme, et lui dit : Où es-tu ? 10Il répondit : J'ai entendu ta voix dans le jardin, et j'ai eu peur, parce que je suis nu, et je me suis caché. 11Et l'Éternel Dieu dit : Qui t'a appris que tu es nu ? Est-ce que tu as mangé de l'arbre dont je t'avais défendu de manger ? 12L'homme répondit : La femme que tu as mise auprès de moi m'a donné de l'arbre, et j'en ai mangé. 13Et l'Éternel Dieu dit à la femme : Pourquoi as-tu fait cela ? La femme répondit : Le serpent m'a séduite, et j'en ai mangé.

14L'Éternel Dieu dit au serpent : Puisque tu as fait cela, tu seras maudit entre tout le bétail et entre tous les animaux des champs, tu marcheras sur ton ventre, et tu mangeras de la poussière tous les jours de ta vie.

15Je mettrai inimitié entre toi et la femme, entre ta postérité et sa postérité : celle-ci t'écrasera la tête, et tu lui blesseras le talon.

16Il dit à la femme : J'augmenterai la souffrance de tes grossesses, tu enfanteras avec douleur, et tes désirs se porteront vers ton mari, mais il dominera sur toi.

Double page suivante : *Adam et Ève chassés du Paradis*, pastel et encre de Chine sur papier vergé gris bleu, 1961.

Première séquence de la Genèse : Chapitre I

Création des cieux et de la Terre
Sépare les ténèbres et la lumière
Sépare les terres et les mers
Crée la végétation
Crée le soir et le matin, la nuit et le jour
Crée les étoiles, des signes pour marquer les époques
le Soleil pour le jour, la Lune pour la nuit
Crée les animaux dans les mers et sur les terres
Crée l'homme et la femme

Deuxième séquence de la Genèse : Chapitre II

Création des cieux et de la Terre
Crée l'homme
Crée la végétation
Crée les animaux dans les mers et sur les terres
Crée la femme

Deuxième séquence de la Genèse : Chapitre II

Création des cieux et de la Terre
Crée l'homme
Crée la végétation
Crée les animaux dans les mers et sur les terres
Crée la femme

Deux chronologies contradictoires
qui illustrent la compilation de différents textes
ayant généré ces chapitres bibliques

Gravure datant probablement du Moyen-Age

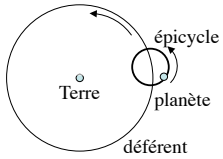
Claude Ptolémée

mathématicien, astronome et géographe grec d'Alexandrie
né en ~90 à Thébaïde, Haute-Égypte
mort en ~168 à Canope

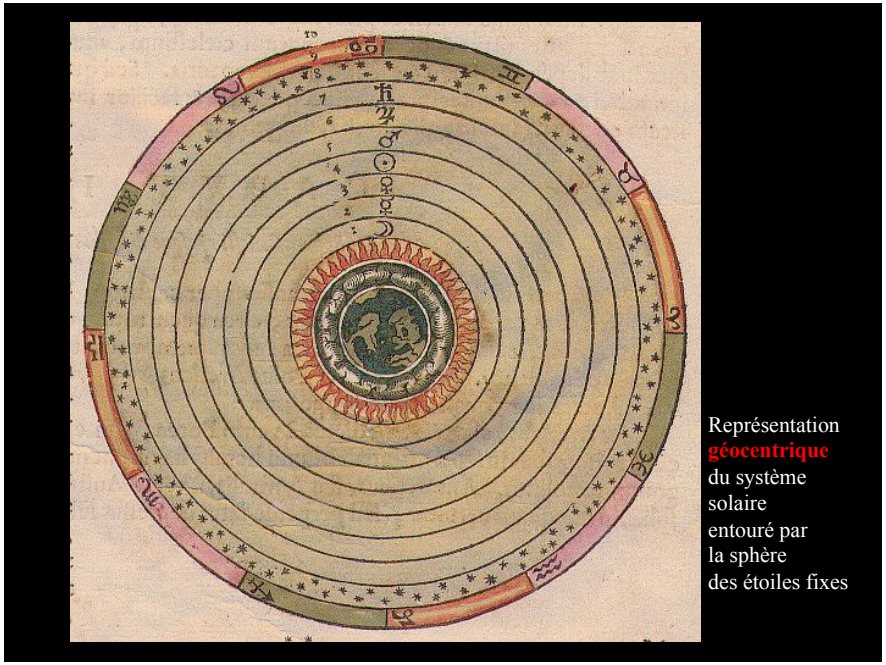
Sur la vie de Claude Ptolémée, les historiens des sciences possèdent peu d'éléments. Il semble qu'il quitta peu Alexandrie. Il rassembla en géographie et astronomie un savoir immense qui fit la synthèse de huit siècles d'observations et qui resta pendant près de quinze siècles, jusqu'à Copernic et Kepler, l'ouvrage de référence de l'astronomie (Almagest).

- **Ptolémée :** Son principal titre de gloire est « La grande composition mathématique de l'astronomie », écrite entre 142 et 147 A.D., qui devient la bible des astronomes alexandrins. Les arabes, qui prennent Alexandrie en 640, traduisent cet ouvrage et lui donnent le titre « al Majesti » (le Grand). Cet ouvrage est connu durant tout le Moyen Age sous ce nom, « Almageste », dans une traduction latine faite en Allemagne au XIII^{e} siècle. Du II^{e} au XIV^{e} siècle, les doctrines de Ptolémée font la loi dans la science astronomique.

- **Ptolémée**, inspiré par **Hipparque** (~ 190 - 120 av. J.-C.), suppose :
  - Terre au centre, Soleil à vitesse constante sur un cercle légèrement décentré
  - Planètes à vitesse constante sur des cercles (épicycles) dont les centres sont à vitesse constante sur d'autres cercles (déférents) centrés sur la Terre



En accord avec des observations de qualité médiocre, les modèles géocentriques de **Ptolémée** et d'**Aristote** ont prévalu pendant quinze siècles, durant tout le Moyen Age jusqu'au 16e siècle !



Représentation **géocentrique** du système solaire entouré par la sphère des étoiles fixes

Aristote et les philosophes grecs

Ils pensaient que les astres, tels que le Soleil, les autres étoiles et les planètes, échappent à toute genèse, à toute corruption (évolution), au devenir et à toute fin.
Ils distinguaient donc dans l'Univers deux étages ou deux classes d'objets :
les objets situés dans le monde sublunaire, c'est-à-dire sur la Terre,
qui naissent et qui meurent,
et les autres, tels les astres, qui échappent à la genèse et à la corruption (évolution),
à tout devenir, et qui par là même sont éternels et incorruptibles.

Nous savons en ce début de XXI^{e} siècle que cette partition des objets entre corruptibles et incorruptibles, soumis et non soumis au devenir, est fausse. Toutes les réalités empiriques, toutes les réalités de l'Univers et de la nature sont soumises à la loi de la naissance et de la mort, de la genèse et de l'évolution.

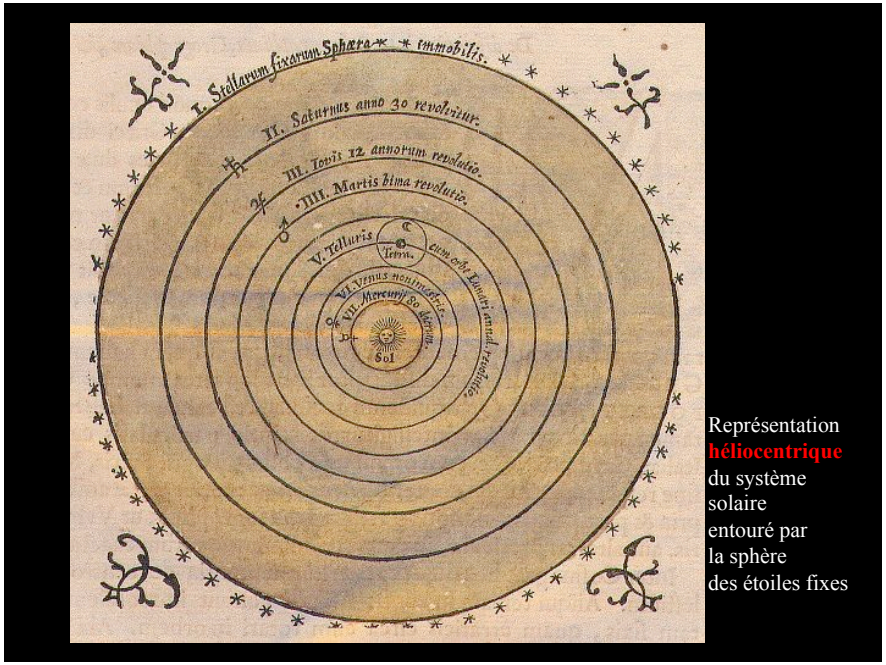
Aristote et les philosophes grecs

Il existait deux raisons distinctes qui amenaient Aristote à penser
que les astres, les étoiles, les planètes, le cosmos tout entier,
échappaient à la genèse et à la corruption.

1) Aristote était un expérimentateur, un naturaliste, un homme d'expérience et et un philosophe de l'expérience. Il pensait, comme nous, que l'analyse philosophique doit procéder à partir d'un donné expérimental, si possible scientifiquement exploré.
Il n'existait aucun moyen d'approche expérimentale des astres, afin de connaître leur conditions physique et chimique.

2) La seconde raison est théologique : il pensait que les astres sont des divinités, des substances divines. Comme Platon, il pensait que l'Univers est divin.

… en Europe
la science va essentiellement stagner
pendant 15 siècles …
qui seront le temps nécessaire
à l'humanité pour passer
du géocentrisme à l'héliocentrisme



Représentation **héliocentrique** du système solaire entouré par la sphère des étoiles fixes

S'il est indéniable
que la science stagne pendant 15 siècles,
il n'en demeure pas moins évident
que d'autres actions méritoires,
générées par la religion,
« sauvent l'honneur » de l'humanité…

L'astronomie gouverne le calendrier religieux,
la pensée religieuse nourrit les arts.

Définition de la date de Pâques

La date de Pâques influence les calendriers chrétien et civil, essentiellement en Occident, parce que plusieurs jours de fêtes ou célébrations se déterminent à partir de la date de Pâques. Dans de nombreux pays, certaines des fêtes chrétiennes religieuses sont l'occasion de jours fériés, comme par exemple : **Vendredi Saint**, **Lundi de Pâques**, **Lundi de Pentecôte** et **Jeudi de l'Ascension**.

La date de Pâques fait l'objet d'une **définition de nature astronomique**.

En l'an **325**, le **Concile de Nicée** a décrété la règle suivante : **Pâques est célébrée le premier dimanche qui suit la première pleine lune qui suit l'équinoxe de printemps 21 mars, c'est-à-dire le début du printemps.**

Par définition, Pâques est célébrée entre le **22 mars** et le **25 avril**.

Dates de Pâques

Pâques catholiques et protestantes :	Pâques orthodoxes :	Pâque juive (pessah) :
2013 : dimanche 31 mars	**2013** : dimanche 05 mai	**2013** : mardi 26 mars
2014 : dimanche 20 avril	**2014** : dimanche 20 avril	**2014** : mardi 15 avril
2015 : dimanche 05 avril	**2015** : dimanche 12 avril	**2015** : samedi 04 avril
2016 : dimanche 27 mars	**2016** : dimanche 01 mai	**2016** : samedi 23 avril
2017 : dimanche 16 avril	**2017** : dimanche 16 avril	**2017** : mardi 11 avril
2018 : dimanche 01 avril	**2018** : dimanche 08 avril	**2018** : samedi 31 mars
2019 : dimanche 21 avril	**2019** : dimanche 28 avril	**2019** : samedi 20 avril
2020 : dimanche 12 avril	**2020** : dimanche 19 avril	**2020** : jeudi 09 avril

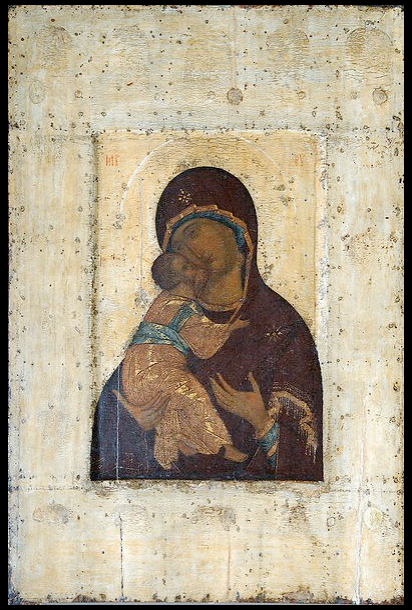
S'il est indéniable
que la science stagne pendant 15 siècles,
il n'en demeure pas moins évident
que d'autres actions méritoires,
générées par la religion,
« sauvent l'honneur » de l'humanité…

L'astronomie gouverne le calendrier religieux,
la pensée religieuse nourrit les arts.

Andrei Rublev
(ca 1360 – ca 1430)

Trinité

ca. 1411 ou 1426
Gallerie Tretiakov, Moscou



Andrei Rublev
(ca 1360 – ca 1430)

La Vierge de Vladimir

ca. 1405
Gallerie Tretiakov, Moscou

Andrei Rublev
(ca 1360 – ca 1430)

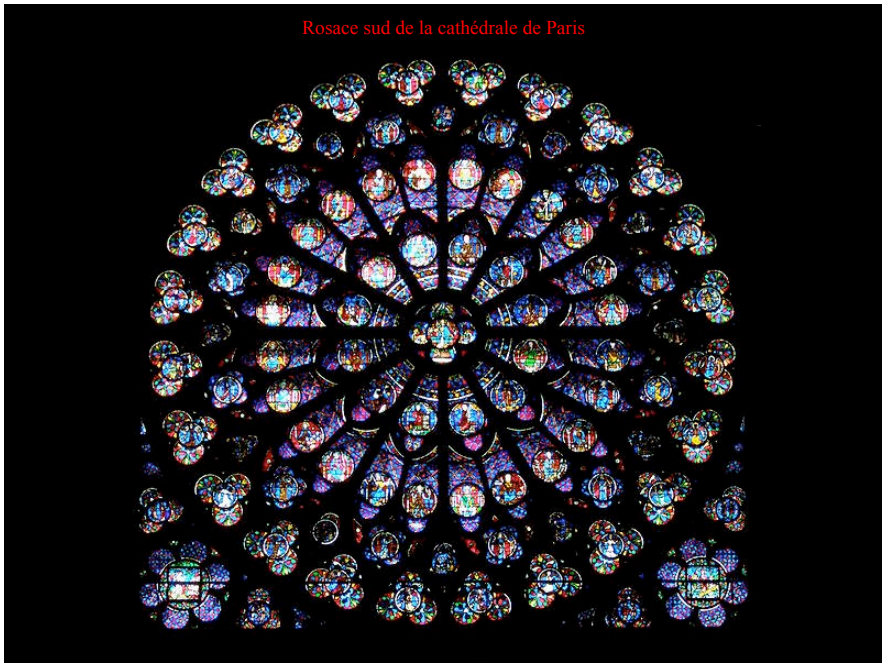
Christ rédempteur

ca. 1410
Gallerie Tretiakov, Moscou

La cathédrale de Paris

Nef
de la
cathédrale
de Paris

Rosace sud de la cathédrale de Paris



05.B.8
Astronomie
dans les Amériques

Mayas

sommet de cette civilisation
entre 250 – 900 après J.-C.

Aztèques

sommet de cette civilisation
entre le 13e siècle et 1519
(Hernan Cortes)

Incas

sommet de cette civilisation
entre le 13e siècle et 1532
(Francisco Pizarro)

Maya, Aztèque, Inca

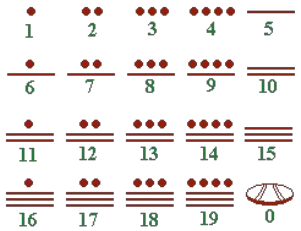
Ces trois **civilisations** précolombiennes ont connu leurs apogées entre le VIe siècle et le XVIe siècle de notre ère avant d'entrer en décadence et de disparaître lors de la conquête espagnole au XVIe siècle. Ce sont les trois grandes civilisations qui ont marqué le Nouveau Monde avant l'arrivée des Européens.

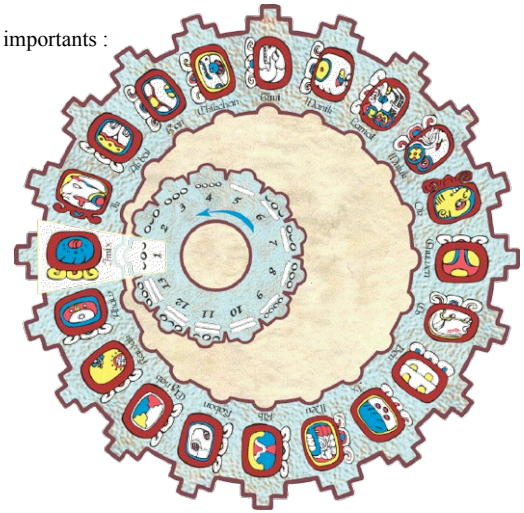
Leurs héritages sont principalement architecturaux, comme en témoignent les imposantes ruines de palais et temples pyramidaux. La civilisation Maya est également connue pour avoir développé des savoirs en mathématiques et en astronomie (calendrier).

Le calendrier des Mayas

Les Mayas utilisaient deux cycles importants :

- le tzolkin,
  année sacrée de 260 jours
- le haab,
  année civile de 365 jours





Le calendrier des Mayas

Le ***Codex de Dresde*** *est le* plus évolué des Codex : il présente un calendrier associant aux jours de l'année les dieux correspondants. Il détaille le calendrier maya et son système numéral. Le codex est rédigé sur une longue bande de papier pliée en accordéon pour composer un livre de 39 feuillets. Les scribes Mayas l'ont probablement rédigé peu avant la conquête espagnole. Il apparait en Europe où la Bibliothèque Royale de la Cour de Saxe l'acquiert en 1739.

Le Caracol de la cité maya de Chichen Itza
probablement un observatoire, ce qui explique ses nombreux alignements astronomiques

Le calendrier des Mayas

Stèle dite de Madrid, vers 600 - 800
trouvée à Palenque en 1785
lors des fouilles conduites par Antonio del Río.

Elle formait un bas-relief dans un palais
figurant un *bacab* posé sur une tête d'Imix,
ici un crocodile, qui est aussi le nom
du premier jour du calendrier maya.

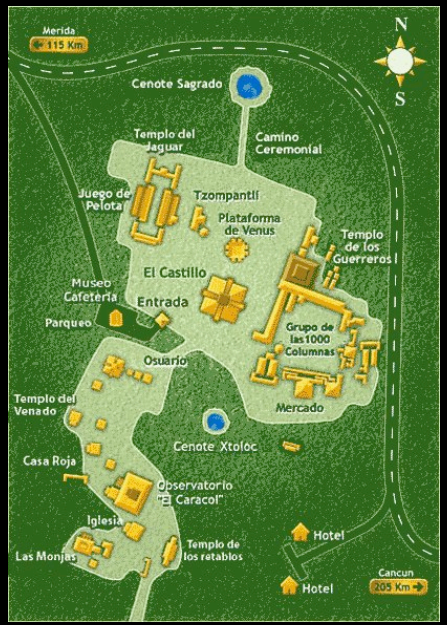
Musée des Amériques, Madrid, Espagne.

Le Castillo de la cité maya de Chichen Itza

Le Castillo de la cité maya de Chichen Itza

Les soirs d'équinoxes, un serpent ondule sur la surface nord du Castillo

Le Castillo de la cité maya de Chichen Itza en 1863

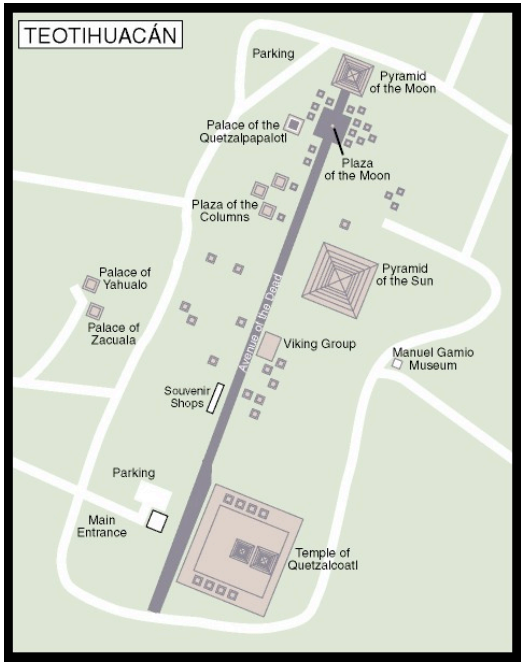


Mayas

Les cités mayas étaient énormes

Calendrier aztèque

La Pierre du Soleil, dite "Calendrier Aztèque", est un gigantesque monolithe de 3,60 mètres de diamètre pesant 24 tonnes. Tonatiuh, le dieu soleil en orne le centre. Il fut découvert en 1790 sur l'emplacement de l'actuel Zocalo, la place centrale de Mexico.



Aztèques

Les cités aztèques étaient énormes

Sacrifices humains

Illustration du Codex Mendoza, ouvrage réalisé par un indigène vers 1541-1542
à la demande d'Antonio de Mendoza, vice-roi de la Nouvelle-Espagne

Calendrier inca

Les incas possédaient un calendrier luni-solaire, connaissaient parfaitement
les équinoxes et solstices ce qui leur permettait de gérer les cycles agricoles

mur inca de Sacsayhuaman, un des temples incas du Soleil, près de Cuzco

Chronique inca

GKS 2232 4º: Guaman Poma

A New Chronicle
Several decades after the fall of the Inca empire, a native Andean from the area of Huamanga in the Southern Peruvian Andes wrote to king Philip III of Spain. Felipe Guaman Poma de Ayala's aim was to seek the reform of Spanish colonial governance in order to save the Andean peoples from the destructive forces of colonial exploitation, disease, and miscegenation.

Finding his most persuasive medium to be the visual image, he composed 398 full-page drawings which are an integral part of his 1200-page Nueva corónica y buen gobierno.

http://base.kb.dk/manus_pub/cv/manus/ManusIntro.xsql?nnoc=manus_pub&p_ManusId=253&p_Lang=main

Chronique inca

http://base.kb.dk/manus_pub/cv/manus/ManusIntro.xsql?nnoc=manus_pub&p_ManusId=253&p_Lang=main

http://base.kb.dk/manus_pub/cv/manus/ManusIntro.xsql?nnoc=manus_pub&p_ManusId=253&p_Lang=main

http://base.kb.dk/manus_pub/cv/manus/ManusIntro.xsql?nnoc=manus_pub&p_ManusId=253&p_Lang=main

Machu Puchu en 1912, photo de Hiram Bingham qui organise la première expédition en 1911

Avant la Renaissance européenne
des 14ième, 15ième et 16ième siècles,
seule la civilisation grecque a élevé
l'astronomie au rang de science
grâce au génies tels que Thalès, Démocrite,
Pythagore, Platon, Aristote, Héraclide,
Eratosthène, Hipparque, Ptolémée,
qui prédisent les éclipses, découvrent la précession des équinoxes, déterminent le rayon de la Terre ainsi que les distances Terre-Lune et Terre-Soleil

Histoire de la cosmologie

vendredi 3 avril 2015 : pas de cours Vendredi saint

vendredi 10 avril 2015 : pas de cours vacances

vendredi 17 avril 2015 : pas de cours GM Chili

prochain cours : 24 avril 2015